

MACROPROYECTO:
LUDICAS Y SIMULACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES.
Caso: Lúdicas sistémicas. Concepto: Contaminación del agua por
vertimientos domésticos

PROYECTO DE MAESTRIA
Presentado como requisito para obtener el título de Magister en
Ciencias Ambientales con énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales

María Zulay González Cardona
Programa Maestría en Ciencias Ambientales
Facultad de Ciencias Ambientales

Universidad Tecnológica de Pereira
Director Tito Morales Pinzón
2018

Resumen

La interpretación de las ciencias naturales a nivel científico enfrenta barreras y dificultades, los métodos de enseñanza y la falta de herramientas didácticas, entre otros factores, hace que el estudiante no desarrolle el pensamiento crítico y mucho menos competencias en el aula de clase y específicamente para esta área de las ciencias en las competencias científicas. En este trabajo se analizó el desarrollo y apropiación de la competencia explicación científica de fenómenos, a través de una unidad didáctica con herramientas lúdicas y de simulación para el caso de contaminación del agua por vertimientos domésticos; con los estudiantes del grado noveno de la institución educativa Juan Hurtado, sede Puente umbría del municipio de Belén de Umbría. Como instrumentos de análisis aplicados, se realizó una prueba de conocimientos en dos momentos de la intervención (al inicio, pretest y final de la unidad postest). En un primer momento se aplicó el cuestionario (pretest) como diagnóstico de los conocimientos previos que tenían los estudiantes, se calificó ubicando a los estudiantes por niveles de desarrollo de la competencia. Para el momento de intervención en el aula, el estudio se centró en el análisis y comprensión de la contaminación del agua por vertimientos domésticos, mediante la implementación de una unidad didáctica con herramientas lúdicas sistémicas, lo que permitió evaluar el nivel de desarrollo de la competencia explicación científica de fenómenos. La unidad didáctica se elaboró a partir de los resultados obtenidos en el pretest y consta de siete (7) actividades, tres (3) horas semanales por (2) meses, cada una con el propósito de dar al estudiante las herramientas para llegar a la explicación, a través de razones, datos, conceptos y relaciones del fenómeno a explicar, posteriormente se aplicó el cuestionario (postest), se calificó y se analizó comparando el nivel de desarrollo de la competencia al inicio y al final de la unidad didáctica, teniendo como resultado de la intervención un avance importante en la explicación del fenómeno contaminación del agua por vertimientos domésticos.

Abstract

The interpretation of the natural sciences at the scientific level faces barriers and difficulties, the teaching methods and the lack of didactic tools, and other factors, causes the student not to develop critical thinking and much less competences in the classroom and specifically for the area of natural sciences. In this work was analyzed the development and the appropriation of the scientific explanation of phenomena as a competence. This was through a didactic unit with ludic and simulation tools for the case of water contamination of domestic discharges. Selected students belong to the ninth grade of the Juan Hurtado educational institution, Puente Umbria headquarters in the municipality of Belén de Umbría. As applied analysis instruments, a knowledge test was carried out at two moments of intervention (pretest at the beginning and posttest at the end of the didactic unit). At first, the pretest applied to students as a diagnosis of the previous knowledge of the students; it was qualified by locating the students by levels of development of the competence. During the intervention in the classroom, the study focused on the analysis and understanding of water pollution by domestic discharges, through the implementation of a teaching unit with systemic play tools, which allowed to assess the level of development of the competence in scientific explanation of phenomena. The didactic unit was developed from the results obtained in the pretest and consists of 7 activities, 3 hours per week for 2 months, each one with the purpose of give the student tools to arrive at the explanation, to through reasons, data, concepts and relationships of the phenomenon to be explained. Subsequently, the posttest was applied, It was qualified and analyzed by comparing the level of development of the competence at the beginning and at the end of the didactic unit, resulting in the intervention a significant advance in the explanation of the water contamination phenomenon by domestic discharges .

Dedicatoria

A mi hija María Fernanda Agudelo González, por la paciencia que tuvo con su mamá en los días de ausencia y falta de dedicación para realizar mi formación profesional; a mis papas por haber hecho de mí una buena persona con valores y deseos de superación, a mis hermanos, Edixon, Sandra, Lucy, Natalia y Alejandro por la ayuda incondicional y el cuidado para mi hija mientras desarrollaba el proceso de aprendizaje; a mi profesor y asesor Tito Morales Pinzón por la dedicación, ayuda, acompañamiento y asesoría en este proceso de formación, a todos mil gracias.

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Nacional por darme la oportunidad de mejorar mi nivel académico, a la Universidad Tecnológica de Pereira, a la Facultad de Ciencias Ambientales por brindar las herramientas y conocimientos necesarios para desempeñarme como mejor profesional; a la Institución Educativa Juan Hurtado por facilitar el espacio y tiempo para el estudio y ejecución del trabajo de grado, a mi asesor de proyecto, a los profesores que nos guiaron y fortalecieron nuestro pensamiento para llevar a cabo este proceso de intervención en el aula.

Hoja de Vida

Nombre: María Zulay González Cardona

Fecha de Nacimiento: 7 de diciembre de 1974

Pregrado: Administradora de Empresas Agropecuarias

Universidad de Caldas, Manizales Caldas.

Fecha de grado del Pregrado: 27 de junio de 2003

Trabajo actual: Docente de aula del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Institución Educativa Juan Hurtado del Municipio de Belén de Umbría

Año de vinculación: 2005

Estudio complementario: Diplomado en Pedagogía

Universidad Tecnológica de Pereira, 2006.

Tabla de contenido

Resumen.....	i
Abstract.....	ii
Agradecimientos	iv
Hoja de Vida	v
1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 CONTEXTO ESCOLAR	3
1.3 MARCO TEÓRICO	4
1.3.1 Las ciencias ambientales.....	4
1.3.2 Educación ambiental.....	6
1.3.3 Problemática ambiental.....	7
1.3.4 La explicación científica	9
1.3.5 Lúdica y simulación.....	12
1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
1.5 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	15
1.5.1 Objetivo General.....	15
1.5.2 Objetivos Específicos.....	16

2	METODOLOGÍA Y MÉTODOS.....	17
2.1	MARCO METODOLÓGICO	17
2.2	EVALUACIÓN DE LA EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS	19
2.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES	20
2.4	EL DISEÑO DEL TEST	21
2.5	EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO	21
2.6	CONTEXTO ESCOLAR ACADÉMICO.....	21
2.7	CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	22
2.8	CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE	26
3	UNIDAD DIDACTICA SOBRE CONTAMINACION DE LAS FUENTE HIDRICAS.....	27
3.1	ACTIVIDADES DE EXPLORACION	28
3.2	INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS.....	31
3.3	SISTEMATIZACIÓN.....	35
3.4	APLICACIÓN.....	36
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1	RESULTADOS DEL PRETEST	37

4.1.1	Comparación del tipo de cerebro con el pretest.....	37
4.1.2	Resultados pretest con relación al género.....	38
4.1.3	Puntaje y nivel del pretest.....	39
4.2	RESULTADOS DEL POSTEST Y COMPARACIONES	40
4.2.1	Puntaje y nivel del postest.....	40
4.2.2	Comparación puntaje pretest y postest	40
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS.....	44
4.3.1	Razones dadas por el estudiante al problema	44
4.3.2	Uso de datos en el manejo del problema	45
4.3.3	Conceptos manejados por el estudiante	46
4.3.4	Establecimiento de relaciones.....	47
4.3.5	Resultados en el contexto de la competencia explicación científica .	48
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1	CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN.....	50
5.2	RECOMENDACIONES	52
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
7	ANEXOS	57

7.1	ANEXO 1. TEST DISEÑADO.....	57
7.2	ANEXO 2. FORMATO DE EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO .	61
7.3	ANEXO 3. NIVEL DE VALORACIÓN DE LOS ESTUDIANTES	63
7.4	ANEXO 4.EJEMPLO DE RAZONES DADAS EN EL PRETEST Y POSTEST	64
7.5	ANEXO 5.EJEMPLO USO DE DATOS EN EL PRETEST Y POSTEST	65
7.6	ANEXO 6.EJEMPLO MANEJO DE CONCEPTOS EN EL PRETEST Y POSTEST	65
7.7	ANEXO 7.EJEMPLO DE ESTABLECER RELACIONES EN EL PRETEST Y POSTEST	67
7.8	ANEXO 8. REGISTRO FOTOGRÁFICO	69
7.9	Anexo 9. Test de Valdemar de Gregory.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntajes asignados en valoración y desempeño	20
Tabla 2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	28
Tabla 3. Actividad 1: pretest.....	29
Tabla 4. Actividad 2: salida de observación a las fuentes hídricas de la vereda Puente Umbría, municipio Belén de Umbría.....	29
Tabla 5. Actividad 3. Lúdica sistémica La contaminación y su acumulación	31
Tabla 6. Actividad 4. Casos de estudio de la contaminación hídrica	32
Tabla 7. Actividad 5 video foro contaminación del agua	34
Tabla 8. Actividad 6 la ruta de la contaminación, diagrama causal	35
Tabla 9. Actividad 7 Planteo estrategias para mi comunidad	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico. Elaboración propia (2018)	18
Figura 2. Fases de la unidad didáctica, Sanmarti, (2005)	19
Figura 3. Resultados en pruebas saber para grado noveno 2016. Fuente: ICFES, 2017.....	22
Figura 4. Genero de los estudiantes	23
Figura 5. Estrato de los estudiantes.....	23
Figura 6. Nivel académico de los padres	24
Figura 7. Núcleo familiar del estudiante.....	24

Figura 8. Medio de transporte usado por el estudiante	25
Figura 9. Tiempo para recorrer la distancia de la casa al colegio	25
Figura 10. Tipos de cerebro caracterizados	26
Figura 11. Comparacion tipo de cerebro con pretest	37
Figura 12. Comparacion tipo de cerebro con estrato socioeconomico	38
Figura 13. Comparación del pretest con el género	38
Figura 14. Comparación del tipo de cerebro con el género	39
Figura 15. Nivel del pretest obtenido por los estudiantes	39
Figura 16. Nivel del postest alcanzado por los estudiantes	40
Figura 17. Comparación de los promedios del pretest y postest.....	41
Figura 18. Promedios del pretest y postest obtenidos por los estudiantes	41
Figura 19. Estudiantes según nivel del pretest y postest.....	42
Figura 20. Inasistencia a la unidad didáctica	43
Figura 21. Diferencia de puntaje entre el postest y pretest	43
Figura 22. Promedio de inasistencia	44
Figura 23. Número promedio de razones dadas por el estudiante	45
Figura 24. Uso de datos	46
Figura 25. Conceptos	47
Figura 26. Relaciones.....	48

1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha percibido una crisis ambiental que pone en peligro la supervivencia en la tierra, evidenciada por el abuso generado por la conducta del hombre y el consumismo en el planeta. Este en su ambición desmedida por el poder económico y desconocimiento, alteró el equilibrio natural, sin pensar en las consecuencias del presente y futuro del mundo. El departamento de Risaralda no es ajeno a los efectos perjudiciales o destructivos de la intervención humana en el planeta; particularmente cuencas como la del río Risaralda presentan altos niveles de contaminación, las fuentes hídricas de la vereda Puente Umbría del municipio de Belén de Umbría, son víctima de la irresponsabilidad de los pobladores pues ella se volvió el depósito de los residuos sólidos y de toda clase de elementos que atentan contra la vida acuática de este recurso y limitan su potencial aprovechamiento y uso. El desconocimiento de esta situación y la falta de estrategias de enseñanza que aproximen y simulen la complejidad de la realidad al entorno escolar, motivan la necesidad de desarrollar herramientas para entender de manera sistémica los fenómenos ambientales locales.

La interpretación de las ciencias naturales a nivel científico enfrenta barreras y dificultades, los métodos de enseñanza, las herramientas didácticas, la falta de recursos tecnológicos, el desconocimiento del entorno, el rígido sistema educativo, entre otros factores, generan altos índices de deserción escolar y reprobación de los estudiantes sin dejar de lado que muchos docentes siguen trabajando metodologías tradicionales donde no se desarrolla investigación, pensamiento crítico y mucho menos competencias científicas. El desarrollo de las competencias nos dan las herramientas para comprender la naturaleza científicamente y facilitarnos la relación armónica con ella; los problemas que a diario se ven reflejados en el aula de clase ocasiona la poca apropiación y capacidad de explicación de los fenómenos por parte de los estudiantes, debido a la

incapacidad de entenderlos sistémicamente, lo cual se evidencia en los bajos resultados de las pruebas saber, y la falta de comprensión de la problemática ambiental como la configurada en el caso de la contaminación hídrica por vertimientos domésticos. Estos son indicios claros de que se necesitan cambios de paradigma, de entender el mundo holísticamente, pensando en la complejidad, en las relaciones e interacciones entre el mundo social y natural, y los desequilibrios ambientales, las causas y consecuencias que estos traen; Bertalanffy (1986) presenta el enfoque de sistemas como alternativa para enfrentar problemas teóricos o prácticos que no pudieran ser resueltos desde el pensamiento analítico.

La problemática ambiental no es fácil de comprender dada la complejidad en la lectura de sus componentes, los desequilibrios ecológicos, causados por la contaminación, deforestación, la agricultura, el calentamiento global y el consumismo, son producto de largos periodos de tiempo y de la red de relaciones que se dan dentro del ecosistema; la carencia de estrategias didácticas por parte del docente limitan a los estudiantes en la comprensión y explicación de estos fenómenos, debido a lo anterior y la falta de conocimiento del mundo natural, hace al estudiante indiferente a los problemas ambientales, por lo tanto rompe el equilibrio y destruye los recursos naturales. Debido a que los problemas ambientales son complejos, deben ser abordados con enfoques que involucren un pensamiento sistémico, el desarrollo de actividades de simulación lúdicas específicas podría mejorar la aprehensión de estos fenómenos de manera científica, dado lo anterior, se propone una metodología de simulación lúdica que involucre la participación activa de los estudiantes a los procesos de identificación, explicación y solución de los diversos fenómenos ambientales.

El estudiante desde su necesidad natural de descubrir el mundo se ve limitado en la escuela, cuando la información que recibe es por medio de una explicación básica de transmisor a receptor, quitándole la posibilidad de reflexionar y generar su propio conocimiento, restándole importancia a la crisis ambiental y social que se genera visiblemente a su alrededor, volviéndose apático y carente de reflexión y análisis frente a estos elementos indispensables para pensar los fenómenos desde el punto de vista

científico, limitando la capacidad de descubrir las relaciones de equilibrio e interacciones de los sujetos con el ambiente, las causas o consecuencias de los fenómenos; y por el contrario se forma tradicionalmente para reproducir conceptos que serán evaluados en una prueba escrita y no en la construcción de conocimiento desde los saberes previos, negándoles la posibilidad de generar, crear, y desarrollar habilidades e ideas para posibles soluciones a problemas del contexto OCDE (2015).

1.2 CONTEXTO ESCOLAR

La Institución Educativa Juan Hurtado, está ubicada en el municipio de Belén de Umbría, departamento de Risaralda; tiene a cargo la formación de 2500 estudiantes, distribuidos en 26 sedes educativas, situadas tanto en la zona urbana como en la zona rural; oferta los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media académica. La sede Puente Umbría queda ubicada a 7,3 kilómetros de la cabecera municipal. La economía de esta vereda está basada en el cultivo del café, plátano y la extracción de arena del río Risaralda que la recorre; recibe estudiantes de varias veredas aledañas de los estratos socioeconómicos 1 y 2, tienen convenios con universidades públicas y con el SENA, dentro de programas como Educación Rural Diferenciada y Articulación de la Media, con una salida o perfil de los estudiantes de técnicos en diferentes modalidades académicas, mientras realizan los grados décimo y undécimo.

Como misión primordial tiene la *“formación de estudiantes en el saber, saber hacer, ser y saber convivir, mediante estrategias pedagógicas coherentes, acordes con las realidades socio-ambientales, situaciones político-culturales y contextos mundiales”*. Entre los problemas más relevantes que debe solucionar la institución y teniendo como referentes, éste, el siglo del conocimiento, la era digital, la proyección que tiene Colombia de ser la más educada al año 2025, los objetivos del milenio en ciencia, tecnología e innovación y otros propósitos de carácter nacional, se encuentra el de la gestión de recursos tecnológicos existentes, las herramientas TIC que se deberán adquirir

y el desarrollo del talento humano en capacidades o estrategias que garanticen el trabajo en equipo de una forma más eficaz y aseguren la dinamización de todos y cada uno de los procesos institucionales a saber: pedagógicos-académicos, administrativos, financieros, comunitarios, de convivencia, de relaciones interpersonales y canales de comunicación más interactivos.

La institución tiene 67 años de existencia, y en su largo y trascendental transcurrir, se ha enfrentado a diferentes vicisitudes en los campos administrativos, financiero, académico y de comunidad, problemas, coyunturas y cambios que se han tenido que solucionar para el mejoramiento de la buena marcha institucional y por ende en pro de la calidad educativa.

1.3 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la intervención y como soporte del enfoque conceptual aplicado, se presenta una contextualización desde las ciencias ambientales, la comprensión de la problemática ambiental y el rol de la educación ambiental, adicionalmente, se presentan teorías sobre las competencias científicas, (explicación de fenómenos), estrategias lúdicas, y problemáticas ambientales. La explicación científica se ha considerado uno de los principales problemas al cual la epistemología debería responder.

1.3.1 Las ciencias ambientales

Una de las consideradas áreas emergentes de la ciencia más importantes para la humanidad es la ciencia ambiental dado su valor para responder a los desafíos de los problemas ambientales que pueden poner en riesgo la existencia de la vida humana y de los ecosistemas en general. De acuerdo con Chiras (2011) *“La ciencia ambiental es, en términos más amplios, una rama de la ciencia que trata de comprender las muchas formas en que afectamos nuestro medio ambiente y las muchas formas en que podemos abordar estos problemas.”* O también definida como *“...un esfuerzo multidisciplinario*

que busca comprender y resolver una amplia gama de problemas ambientales” Chiras (2011).

Siguiendo la definición de Carrizosa (2015), se puede definir la ciencia ambiental como aquella“...*que busca comprender, cuando se mira alrededor amplia y profundamente, analizando y sintetizando, considerando las interrelaciones posibles, recordando el pasado y tratando de predecir el futuro y haciendo todo esto con respeto a las opiniones de los otros.*”

Desde la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, se reconoce la incidencia de la tarea educativa ambiental en la toma de conciencia colectiva respecto a la interdependencia del hombre con su entorno natural. Desde entonces se han celebrado a nivel mundial, regional y local numerosos encuentros académicos y científicos en los cuales se analizan los retos que se le plantean a las instituciones de educación para incorporar en los planes de estudio el compromiso y la responsabilidad ambiental.

Los seres humanos, organizados en sociedad, forman parte de estos ecosistemas y contribuyen en su transformación, pero también son condicionados por ellos en su evolución y desarrollo (RCFA, 2007).

Debido a que no se considera una sola ciencia ambiental sino un conjunto de áreas del conocimiento que como objeto de estudio a los problemas ambientales, desde el pensamiento complejo, las ciencias ambientales han desarrollado nuevas formas de investigación basadas en un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario (RCFA, 2007). Desde otro punto de vista, el ambiente es un sistema complejo de relaciones e interacciones, con una mirada holística de la realidad o un método interdisciplinario que articula múltiples visiones del mundo y paradigmas de conocimiento convocando a diferentes disciplinas, la complejidad ambiental (Leff, 2000). La crisis ambiental es una crisis de la cultura, de la civilización, y que, por tanto, esta crisis está exigiendo un

cambio radical de los paradigmas de nuestra cultura y no sólo un cambio en los modelos de desarrollo (Ángel-Maya, 1997).

Otro enfoque liderado por el profesor Cubillos (2018), plantea que se debe asumir como principio regulador “...la categoría de la problemática ambiental del territorio, por sobre la ampulosa aspiración de intentar justificar y/o definir las ciencias ambientales”.

1.3.2 Educación ambiental

La Constitución política Colombiana de 1991 establece parámetros legales que posibilitan el trabajo en Educación Ambiental, su conservación, protección y promoción de un ambiente sano, ubicando la Educación Ambiental como una estrategia fundamental para reducir las tendencias de deterioro ambiental; luego, por medio de la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, el cual establece en sus marcos políticos, el mecanismo de concertación con el Ministerio de Educación Nacional, para la adopción conjunta de programas, planes de estudio y propuestas curriculares en materia de Educación Ambiental.

En la misma línea, el Ministerio de Educación Nacional en la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación) en el Artículo 5, inciso 10, define como uno de los fines primordiales de la educación "La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica...". El Decreto 1860 de 1994 reglamenta la Ley 115, incluyendo entre otros aspectos el Proyecto Educativo Institucional (PEI) que entre sus componentes pedagógicos ubica al Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), como uno de los ejes transversales del currículo de la educación básica.

En este mismo marco se formula el Decreto 1743 de 1994 (instrumento político fundamental para la Educación Ambiental en Colombia), a través del cual se institucionaliza el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de

educación formal, se fijan criterios para la promoción de la Educación Ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el. Desde los marcos legales que se han venido planteando, la inclusión de la dimensión ambiental en el sector formal, parte del reconocimiento de la problemática ambiental local y de la formulación de proyectos integrales e interdisciplinarios, que desde la escuela permitan lecturas contextuales, para la comprensión de la mencionada problemática y para la ejecución de acciones orientadas a la búsqueda de soluciones compartidas y de posible aplicación y proyección, no sólo para los actores de la escuela, sino para todos aquellos que están inmersos en la problemática misma. (Ministerio de Educación, 1994).

El Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) es, ante todo, una estrategia pedagógica que posibilita el estudio y la comprensión de la problemática ambiental local y contribuye en la búsqueda de soluciones acordes con las realidades de cada región y municipio, en un contexto natural, social, cultural, político y económico. Los PRAE involucran a miembros de la comunidad educativa, instituciones del sector y organizaciones sociales, mediante la integración de conocimientos y experticias en torno a un objetivo: interpretar un problema ambiental concreto y participar en la búsqueda de soluciones, desde una gestión ambiental sostenible.

Los Praes tuvieron el error de enfocarse en cuestiones específicas, como sembrar árboles. *“Si uno no tiene en la totalidad del ambiente (lo humano y lo no humano), no se da cuenta de la complejidad del problema”*. Adicionalmente, *“Estos problemas ambientales de diverso orden y escala que enfrentan las sociedades contemporáneas no sólo plantearon la urgencia de una intervención sino que, además, generaron un nuevo objeto de estudio: el ambiente. Para intervenir efectivamente y resolver la problemática ambiental es necesario conocerla.”* (Carrizosa, 2015).

1.3.3 Problemática ambiental

“La problemática ambiental no es exclusiva de la sociedad moderna, el éxito de la modernidad y su globalización la agudiza al generalizarla al planeta y reducir la

visión holística a la analítica, impidiendo una visión integral como hilo conductor transdisciplinario que permita lograr una sinergia cognoscitiva entre biología, ecología, antropología, filosofía, ética y política. Finalmente, lo anterior permite establecer una nueva visión de la relación entre los conceptos de ecosistema, cultura y desarrollo, con la cual visualizamos las implicaciones de la visión moderna frente a la posmoderna y sus implicaciones en la construcción del concepto de desarrollo sostenible como una nueva propuesta filosófica y ético-política.” (Toro, 2007)

Dado a estos conceptos se puede entender que hay que replantear el PRAE en las intuiciones educativas, y enfocarlos hacia las problemáticas del contexto (p.e. la contaminación de las fuentes hídricas en el municipio de Belén de umbría, en la vereda Puente Umbría, donde la CARDER tiene diagnosticada la problemática en cuanto a hidrología, sin embargo, la complejidad es mayor ya que *“La crisis ambiental no es un fenómeno exclusivamente de orden tecnológico. Interroga por igual las organizaciones socio-políticas y los instrumentos científicos para el estudio de la realidad: posiblemente uno de los obstáculos mayores para el encuentro de soluciones adecuadas a la crisis ambiental, radica no en deficiencias de orden técnico, sino en la incapacidad de los instrumentos teóricos para entenderla. La crisis del medio ambiente ha puesto en claro la ambivalencia no sólo de la organización social, sino también de las formaciones científicas. La problemática ambiental plantea un reto a la actual organización del sistema social y a los instrumentos teóricos de análisis al igual que a las instituciones encargadas de transmitir el conocimiento”.* (Ángel-Maya, 1991)

Siendo la CARDER la corporación encargada de velar por recursos naturales del departamento y de acuerdo con sus investigaciones en dicho tema y para este caso específico, la cuenca del Río Risaralda, eminentemente de vocación agrícola, se encuentra ubicada en el sector nororiental del departamento. Drena un área de la vertiente oriental de la Cordillera Occidental de aproximadamente 1.278 km², un 60% de este territorio pertenece al Departamento de Risaralda y el resto al Departamento de Caldas. En la cuenca del río Risaralda son significativas las fuentes de contaminación del recurso hídrico, que por diferentes causas afectan las corrientes de agua. Las principales fuentes

contaminantes identificadas son: beneficio del café, uso y manejo de plaguicidas, actividades pecuarias, industria piscícola, industria de la caña de azúcar, aguas residuales municipales y disposición final de residuos sólidos (CARDER 2012).

La Evaluación de competencias en ciencias naturales se desarrolla desde las ciencias naturales y sociales, al involucrar elementos sociales, conductas y fenómenos, que se derivan del mal uso de los recursos, Un primer paso es entender los problemas ambientales desde las ciencias naturales ya que la educación en ciencias ambientales es un pilar importante para la resolución de los problemas ambientales.

1.3.4 La explicación científica

En el problema de la explicación, la primera cuestión a la que se debe intentar responder es qué es lo que se entiende por explicación. Claramente la preocupación se centra en un significado del término relacionado con la ciencia, es decir como explicación científica. No se alude aquí a otros significados de explicar en el sentido de cómo dar reglas de acción (por ejemplo, explicar cómo se elabora un informe), dar el significado de una palabra (por ejemplo, explicar que significa informar) (Concari, 2001).

Otra teoría al respecto de la explicación científica es: el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación de la ciencia. Los dos primeros se refieren a aquellos aspectos simbólicos de la explicación científica –esto es, la actividad científica que llamamos explicar–, una de las formas en las que hacemos públicos nuestros pensamientos, una de las formas en las que una generación le transmite a otra el contenido de una ciencia, una «enculturación». Estos solo tienen un uso genuinamente explicativo cuando se aplican en el mundo (Chamizao, 2007).

Según Gilbert (1998), citado por Sonia Beatriz Concari (2001) en teorías y modelos de la explicación científica; la explicación científica tiene varias categorías:

Clasifica el tipo de explicaciones según las siguientes categorías: 1) Por qué se solicita la explicación, es decir, cuál es el problema al que se responde (explicación intencional); 2) Cómo se comporta el fenómeno explicado (explicación descriptiva); 3)

De qué se compone el fenómeno (explicación interpretativa); 4) Por qué el fenómeno se comporta como lo hace (explicación causal); y 5) Cómo debería comportarse en otras circunstancias (explicación predictiva). Más que considerar si las explicaciones que se dan en la clase de ciencias son o no científicas, corresponde considerar si son o no adecuadas, o mejor aún, si son más o menos adecuadas que otras Hempel. (2010)

Aceptando el papel central de los problemas en el avance de la ciencia, (Toulmin, 1977) avanza en la caracterización de los problemas a través de la expresión: «problemas = ideales explicativos – capacidades corrientes». Así, los problemas se presentan en la «distancia» que hay entre aquello a lo que una comunidad o un individuo aspira a comprender (lo que se denomina ideales explicativos) y la capacidad que tiene esa comunidad o individuo para alcanzarlo; esta distancia se acorta o desaparece cuando emergen nuevo conocimientos.

La competencia explicación de fenómenos consiste en la capacidad para producir razones sobre el porqué de los fenómenos, de sus causas, sus efectos y relaciones con otros fenómenos teniendo como marco de referencia los modelos que han sido propuestos y acogidos por la comunidad científica y así ir construyendo una concepción propia de mundo basada en el conocimiento científico. ICFES, (2007)

Explicar es entonces, la capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos. La búsqueda de explicaciones constituye una parte fundamental de la actividad del ser humano y puede considerarse inherente al deseo de entender el mundo que lo rodea. ICFES, (2007)

La escuela en este sentido, debe orientar a los niños y a las niñas para que transformen sus explicaciones basadas en la experiencia cotidiana hacia niveles cada vez más cercanos a las explicaciones científicas. En otras palabras, la escuela es un escenario de transición desde las ideas previas de los alumnos hacia formas de comprensión más cercanas a las del conocimiento científico. MEN. (2013). La competencia explicativa

fomenta en el estudiante una actitud crítica y analítica que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación o un argumento.

Desde el pensamiento occidental, se puede retomar a Aristóteles que señalaba que el deseo de saber hace parte de la naturaleza humana. Este deseo de saber se manifiesta, por lo general, en la formulación de preguntas; preguntarse es “ir en busca de una explicación”; las explicaciones se han construido desde que existen las preguntas. La explicación en la vida cotidiana aparece de manera espontánea y laxa; consiste en la producción de razones sobre el porqué de un fenómeno, sobre sus causas y sobre las relaciones que guarda con otros fenómenos, Izquierdo. (2005) desde distintos marcos de referencia.

Hay explicaciones desde la religión, desde la magia, desde los mitos o desde las ciencias. Cada una de estas formas de explicación utiliza referentes propios de su concepción de mundo. Los mitos, por ejemplo, son respuestas a preguntas que el ser humano se hace sobre el origen del mundo y sobre la razón de ser de los fenómenos que lo afectan. En el caso particular de las ciencias, las explicaciones se construyen dentro del marco de sistemas como conceptos, principios, leyes, teorías y convenciones, que han sido propuestos y acogidos por la comunidad científica. En las ciencias las explicaciones de un mismo fenómeno cambian cuando los marcos conceptuales cambian. En la escuela las explicaciones están enmarcadas en el contexto de una “ciencia escolar” cuya complejidad debe ajustarse al grado de desarrollo de los estudiantes.

Es posible dar explicaciones de un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes de diferente grado de complejidad. Por ejemplo, se pueden dar explicaciones más o menos complejas de un fenómeno como la disolución de la sal en el agua, empleando modelos distintos del átomo, desde el átomo como una simple unidad de materia hasta concebirlo como un sistema organizado compuesto de partículas diversas (electrones, protones, neutrones).

Para evaluar esta competencia se plantean preguntas en las cuales el estudiante debe seleccionar la explicación más adecuada para dar razón de un problema o de una

situación particular, deducir la validez de un argumento a partir de los referentes conceptuales que posee, o que se presentan en el enunciado, o a partir de la búsqueda de relaciones y conexiones entre fenómenos y conceptos. MEN (2013).

1.3.5 Lúdica y simulación

Para el desarrollo de la estrategia didáctica se tendrán en cuenta los postulados de los siguientes autores, ellos consideran la didáctica como parte fundamental en el desarrollo de competencias.

Teniendo en cuenta el punto de vista de Vygotsky planteado en el año 1931, es de gran importancia concebir el juego como actividad indispensable para el desarrollo no solo desde el punto de vista físico o motriz, sino que también como un potenciador activo para el desarrollo del intelecto, lo cual lleva a pensar en la importancia que esta actividad tiene frente al desarrollo integral de toda persona; sin mirar credos, razas o nacionalidades, pues ésta (lúdica) es universal y toda persona de cualquier lugar del mundo ha tenido la oportunidad de disfrutar y aprender a partir de la lúdica, aún desde las primeras civilizaciones existentes en la tierra.

Dichos resultados son totalmente acordes con los obtenidos por Greca y Moreira (1998), que constataron que el mejor desempeño para la solución de los problemas de electromagnetismo se daba en los alumnos que habían formado un modelo mental de campo electromagnético, aproximado al modelo conceptual usado por físicos expertos. En cambio, los alumnos que trabajaron sólo con proposiciones (fórmulas, definiciones y enunciados de leyes) aisladas, y que se limitaron a aplicarlas mecánicamente, tuvieron menor desempeño.

Los profesores han de utilizar metodologías que permitan hacer los conceptos abstractos más accesibles a los estudiantes con baja habilidad en las operaciones formales. Bouciguez, (2010). Estas metodologías incluirán el uso de materiales concretos,

por ejemplo, modelos, fotografías, dibujos, diagramas, entre otros, con la finalidad de cruzar conceptos abstractos con conceptos concretos (Zeitoun, 1989).

Principalmente desde las propuestas de Bautista (2002); Jiménez (2000) y Zabalza (2006) una actividad lúdica que muestra cuales son las características que hacen del juego, un medio apropiado para el aprendizaje y la comunicación en estudiantes de distintas edades. Como primera medida, se debe entender el juego como actividad lúdica, fuente de placer, diversión y alegría, que por lo general es exaltada por quien la realiza. Se lleva a cabo de manera espontánea, voluntaria y libre, debido a que no admite imposiciones externas. Quien juega puede sentirse libre para actuar como quiera, elegir el personaje a representar y los medios con los cuales va a trabajar. Sin dejar de lado claro está, aquellas restricciones internas que ajustan las pautas de acción del personaje y las reglas para desempeñarse en grupo. Estas características del juego, son las que han permitido abordarlo como medio para la creación de hábitos que den a los estudiantes, las herramientas para vivir en una comunidad en gran parte científica y tecnológica en la cual se siguen reglas, normas, libertad, autonomía y responsabilidad en los espacios de convivencia que se crean con los demás. “Estudios sobre la lúdica, recalcan la importancia de jugar con objetos e ideas como parte del proceso de aprendizaje. El juego, es en realidad un “asunto serio” en la educación para la ciencia. Lleva al desarrollo de habilidades de observación y experimentación y a la comprobación de ideas; ofrece la oportunidad de descubrir por uno mismo la belleza de la naturaleza” Palacios- Rojas, (2005).

El juego guarda conexiones sistemáticas y dinámicas Moreira. (1997). Con aquello que la persona debe hacer realidad y que no es considerado como juego. Mostrando su carácter holístico por estar vinculado a acciones del desarrollo humano como la creatividad, la solución de problemas, el desarrollo de lenguajes, la determinación del rol social, el aprendizaje, la comunicación, entre otras. Así mismo, el juego incrementa el deseo inmerso impulsador de toda actividad lúdica que es el de proporcionar a los participantes una serie de capacidades, funciones y privilegios que no tienen, pero que desean. Como por ejemplo, tener la velocidad, fuerza o agilidad de un

animal determinado cuando juegan evolución (juego adaptado en esta investigación), o ser el (la) científico(a) perspicaz e intrépido(a) que realiza nuevos descubrimientos para la humanidad, o sentirse creador de algo que a nadie más se le hubiese ocurrido. También ofrece a quién juega, la posibilidad de expresarse descubriendo su personalidad integral, permitiéndose explorar y experimentar a partir de sensaciones, movimientos y de la interacción con los demás y con la realidad exterior para reestructurar de forma progresiva su aprendizaje sobre el mundo.

Para alcanzar un aprendizaje significativo y lograr una educación con carácter científico se debe trabajar el juego no solamente como una actividad espontánea, sino que se debe analizar su dirección y orientación pedagógica Jiménez. (2002). Es decir, se debe lograr que la actividad del juego tenga un carácter organizado, tendiente a activar pensamientos rápidos y coherentes con los objetivos y contenidos de la enseñanza, buscando promover de forma eficiente el aprendizaje y satisfacer las necesidades y el placer de los alumnos Concepción, (2004).

La posibilidad de asimilar el juego como estrategia se ha dado gracias a que tiene un valor didáctico que combina aspectos para organizar de manera eficiente el proceso de enseñanza tales como la participación, el dinamismo, el entrenamiento, la interpretación de papeles, la colectividad, la modelación Taylor (1991). El carácter problémico, la retroalimentación, la obtención de resultados, la iniciativa, el carácter sistémico y la competencia según Bautista y López (2002).

Para aprender es necesario contar con los conocimientos, estrategias y destrezas a nivel cognitivo, en la práctica, el estudiante se enfrenta a problemas propios de su contexto y para solucionarlos tiene que desarrollar competencias y construir un “conocimiento” que a su vez es un entramado de conceptos y/o teorías que van a conformar su nivel de dominio en un campo específico del saber y el nivel de desarrollo de la competencia, y que no necesariamente se ajusta al conocimiento escolar ni a las competencias exigidas por la escuela; Rodríguez y Blanco (2016)

La integración de actividades lúdicas en el contexto escolar proporciona gran cantidad de ventajas, entre las que destacan, según Bernabeu y Goldstein (2008), las siguientes:

- Facilita la adquisición de conocimientos y el desarrollo de capacidades cognitivas superiores
- Dinamiza las sesiones de enseñanza-aprendizaje, mantiene y acrecienta el interés del alumnado ante ellas y aumenta su motivación para el estudio
- Fomenta la cohesión del grupo y la solidaridad entre iguales
- Favorece el desarrollo de la creatividad, la percepción y la inteligencia emocional, y aumenta la autoestima
- Permite abordar la educación en valores, al exigir actitudes tolerantes y respetuosas
- Aumenta los niveles de responsabilidad de los alumnos, ampliando también los límites de libertad

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo abordar la competencia científica explicación de fenómenos, en el problema de contaminación hídrica por vertimientos domésticos, desde la elaboración y aplicación en el aula de clase de una unidad didáctica?

1.5 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.5.1 Objetivo General

Implementar una unidad didáctica para la explicación de fenómenos ambientales, a través de la simulación y las lúdicas, (estudio de caso: contaminación de las fuentes hídricas por vertimientos domésticos) en el municipio de Belén de Umbría, Institución Educativa Juan Hurtado, sede Puente Umbría.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar en el aula de clase una unidad didáctica sobre la contaminación de las fuentes hídricas a través de lúdica y simulación.
- Fortalecer las competencias científicas propias del área de Ciencias Naturales desde la explicación de fenómenos
- Evaluar el nivel de comprensión de la problemática de contaminación de las fuentes hídricas

2 METODOLOGÍA Y MÉTODOS

2.1 MARCO METODOLÓGICO

Para estudiar la capacidad de explicación del fenómeno “contaminación del agua por vertimientos domésticos”, se trabajó con estudiantes del grado noveno de la sede Puente Umbría de la I.E. Juan Hurtado, correspondiente a una muestra de 33 estudiantes, en los cuales se realizó un diagnóstico socioeconómico, además se tuvo en cuenta la forma en que el estudiante aprende a través del test de caracterización teoría tricerebral de Valdemar de Gregory. Como instrumentos de análisis aplicados, se realizó una prueba de conocimientos en dos momentos de la intervención (al inicio, pretest y final de la unidad postest). Para el momento de intervención en el aula, el estudio se centró en el análisis y comprensión de la contaminación del agua por vertimientos domésticos, mediante la implementación de una unidad didáctica con herramientas lúdicas sistémicas, lo que permitió evaluar el nivel de desarrollo de la competencia explicación científica de fenómenos (Figura 1).

La unidad didáctica se elaboró a partir de los resultados obtenidos en el pretest y consta de siete (7) actividades cada una con el propósito de dar a los estudiantes las herramientas para llegar a la explicación, a través de razones, datos, conceptos y relaciones del fenómeno a explicar; dicho esquema consta de cuatro etapas para llegar al resultado final, (1) aplicación del cuestionario inicial (pretest), (2) desarrollo de la unidad didáctica, (3) aplicación del cuestionario final (postest), y (4) elaboración del análisis estadístico para evaluar el progreso en cada uno de los componentes de la explicación científica de fenómenos.

El nivel de explicación evaluado en los tests (pre y pos) se realizó a través de criterios de valoración y niveles de desempeño, donde se ubicó a cada estudiante dependiendo el nivel en el que se encontraba al momento de realizar el cuestionario inicial, y al finalizar la intervención en el aula (dos meses después). Se utilizó el cuestionario como

instrumento de investigación y de indagación de ideas previas y se implementó la unidad didáctica con los estudiantes del grado noveno de la institución educativa Juan Hurtado, sede Puente Umbría. El tiempo en el que se implementó la unidad didáctica fue de dos horas semanales en horario de clase durante dos meses. La unidad didáctica se diseñó siguiendo las recomendaciones pedagógicas de autores como Sanmartí, (2005) y Quintanilla, Daza, Merino (2010), y se utilizó como estrategia didáctica la incorporación de actividades lúdicas sistémicas para el afianzamiento de conceptos de crecimiento lineal, crecimiento exponencial, crecimiento de la población, relaciones causales de la contaminación, apoyado de herramientas tecnológicas como uso del computador, video beam, entre otras.

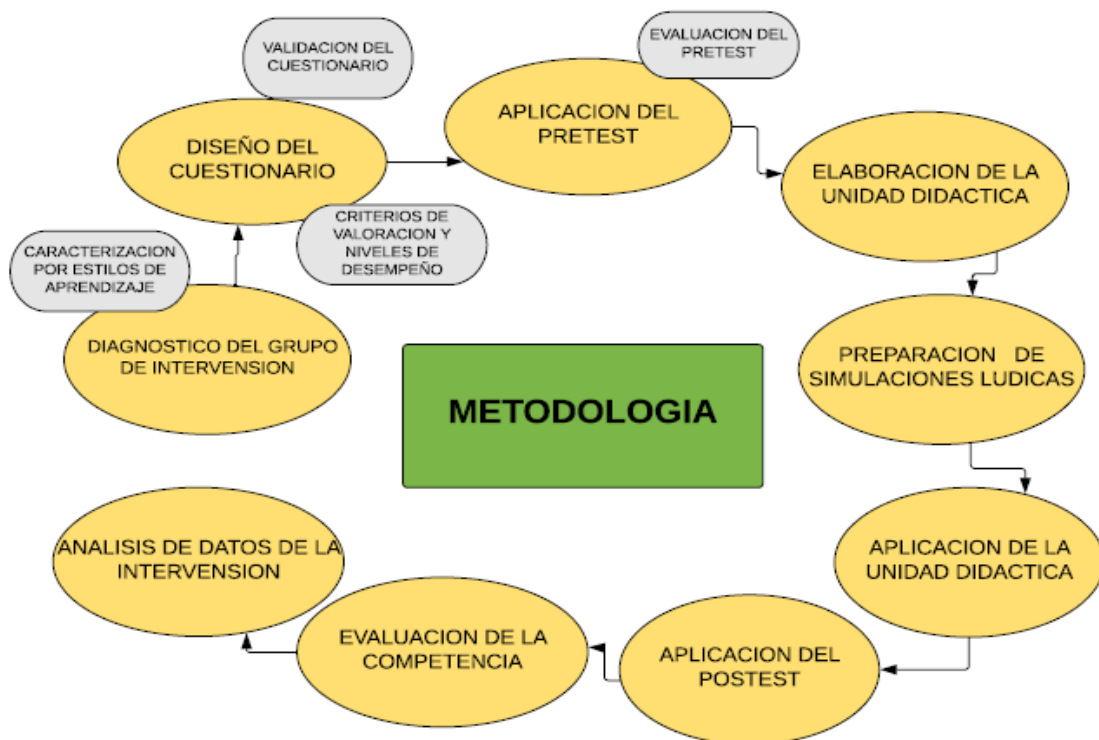


Figura 1. Esquema metodológico. Elaboración propia (2018)

En la construcción de la unidad didáctica se utilizaron las orientaciones de Neus Sanmartí, (2005) donde la estrategia está definida en la siguiente secuenciación de actividades (Figura 2):

- *Indagación de concepciones de los estudiantes, exploración de ideas, planteamiento de problemas.*
- *Actividades para promover la evolución de modelos iniciales, introducción de nuevas variables, forma de observar y explicar, reformulación de problemas.*
- *Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento.*
- *Actividades de aplicación, transferencia de conocimiento a otros contextos, de generalización*

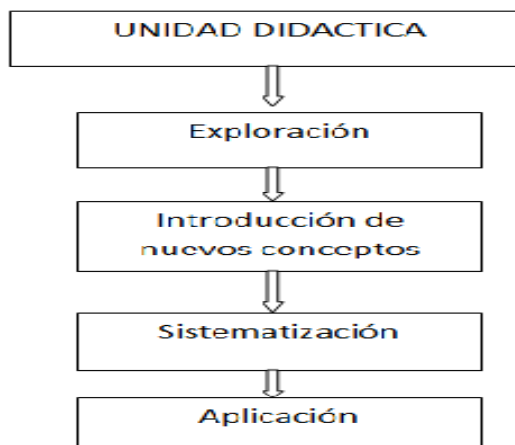


Figura 2. Fases de la unidad didáctica, Sanmarti, (2005)

2.2 EVALUACIÓN DE LA EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS

Se definió la competencia específica a ser objeto de intervención y evaluación. Esta se enuncia como la capacidad de “*Explicar los fenómenos referidos a la contaminación del agua por vertimientos domésticos sus causas y consecuencias, utilizando adecuadamente los conceptos científicos*”. MEN. (2006) Como indicadores de referencia, se evalúa si el estudiante:

- Explica procesos de la contaminación dando razones de las causas y efectos que ya se conocen o que se pueden conocer del fenómeno, utilizando adecuadamente los conceptos científicos.

- Identifica y predice el comportamiento de un fenómeno, analizando datos, a partir de modelos, teorías y representaciones del mismo.
- Establece relaciones sistémicas de los fenómenos con causas, efectos y obtiene conclusiones de forma razonada haciendo uso del lenguaje científico a partir de un modelo o teoría.

Según el nivel de desempeño que pueda ser alcanzado por el estudiante, se propuso una valoración de tres categorías de menor a mayor alcance. (Tabla1)

Tabla 1. Puntajes asignados en valoración y desempeño

Criterios de valoración	Niveles de desempeño		
	1	2	3
Explica procesos de la contaminación dando razones de las causas y efectos que ya se conocen o que se pueden conocer del fenómeno, utilizando adecuadamente los conceptos científicos.	Da una razón sencilla de la contaminación del agua.	Da dos razones e introduce causas de un solo factor de la contaminación del agua.	Da razones y descripciones, e interpreta múltiples causas y efectos de la contaminación del agua.
Identifica y predice el comportamiento de un fenómeno, analizando datos, a partir de modelos, teorías y representaciones del mismo.	Aporta un dato al comportamiento del fenómeno de forma sencilla, desde conocimientos básicos.	Aporta datos al comportamiento del fenómeno basándose en las teorías y modelos de la contaminación del agua.	Aporta más 3 datos al comportamiento del fenómeno basándose en teorías científicas y modelos de la contaminación del agua de manera clara y convincente.
Establece relaciones sistémicas de los fenómenos con causas, efectos y obtiene conclusiones de forma razonada haciendo uso del lenguaje científico, a partir de un modelo o teoría.	Relaciona una causa con una consecuencia de la contaminación de las fuentes hídricas.	Reconoce y relaciona más de dos causas y efectos de la contaminación hídrica basándose en teorías o modelos del fenómeno.	Establece relaciones sistémicas entre causas y efectos de la contaminación hídrica a partir de aspectos de teorías científicas y modelos, y propone soluciones para contrarrestar dicho fenómeno.

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Se trabajó con los estudiantes del grado noveno de la institución educativa Juan Hurtado, sede Puente Umbría, para la caracterización de los estudiantes se tuvo en cuenta la edad,

el estrato socioeconómico, el nivel académico de los padres, los familiares con los que viven en el hogar, la distancia al colegio de sus hogares, y el tipo de transporte que utilizan para llegar al colegio; y la tipología de aprendizaje a través del test tricerebral de Valdemar de Gregory (anexo 9), además se tuvo en cuenta los resultados de la pruebas saber del año 2016, donde la institución tuvo falencias en la competencia explicación e indagación.

2.4 EL DISEÑO DEL TEST

Para la realización del test se tuvo en cuenta textos y preguntas que dieran respuestas de acuerdo a la competencia explicación científica del fenómeno, se utilizó textos del ICFES, de la Organización Mundial de la Salud, y cada pregunta se seleccionó para que el estudiante respondiera con razones, datos, conceptos y relaciones que son las categorías para llegar a dicha competencia, se hizo la rejilla de valoración para la calificación (Anexo 1). Seguidamente el cuestionario se validó en el grado decimo de la institución, para verificar la comprensión, claridad y hacer modificaciones o correcciones.

2.5 EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO

Para la evaluación del cuestionario se tuvo en cuenta que la pregunta respondiera a la categoría de la competencia y que fuera la explicación científica del fenómeno, contaminación de las fuentes hídricas; a cada pregunta se le dio un valor de 0 a 3, siendo, 0 la mínima y 3 la máxima, (anexo 2); después de aplicado el test, este se calificó de acuerdo a la valoración de las preguntas y la suma de todas fue el puntaje que obtuvo cada estudiante, luego se clasificó en niveles, muy bajo, bajo, medio y alto (Anexo 3).

2.6 CONTEXTO ESCOLAR ACADÉMICO

En la parte académica, la institución educativa tiene falencias como en todas las instituciones del país, en las competencias científicas del área de ciencias naturales, específicamente en indagación y explicación de fenómenos. De las pruebas saber para grado noveno, en cuanto a fortalezas y debilidades relativas a las competencias y componentes evaluados, y en comparación con los establecimientos que presentan un puntaje promedio similar al suyo en el área y grado evaluado, la institución es (Figura 3):

- Fuerte en Uso comprensivo del conocimiento científico
- Similar en Explicación de fenómenos
- Similar en Indagación

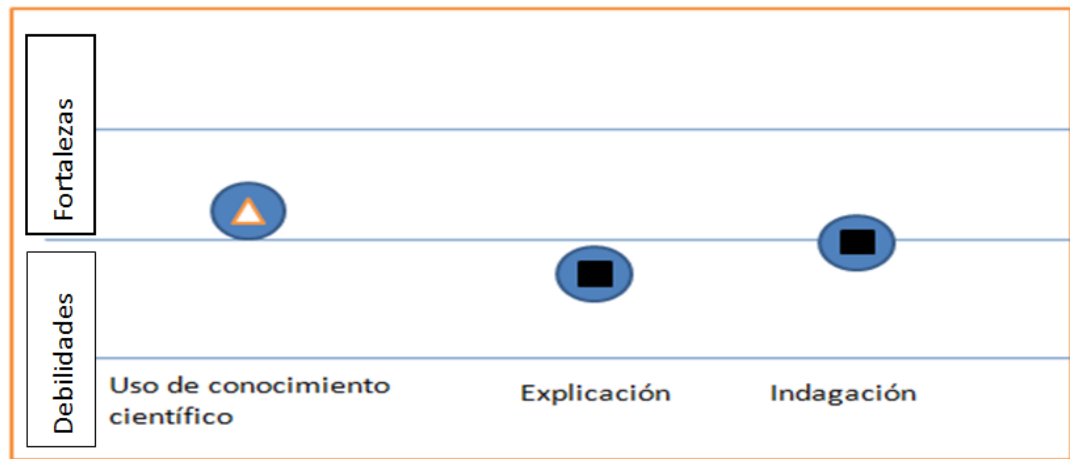


Figura 3. Resultados en pruebas saber para grado noveno 2016. Fuente: ICFES, 2017.

2.7 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

El estudio fue realizado con el 100% de la población objetivo, 30 estudiantes del grado noveno de la institución educativa Juan hurtado sede puente umbría, la edad oscila entre los 13 y 18 años, un promedio de edad de 15,3 años de los cuales 13 estudiantes, son de género femenino (F) (43,3%) y 17 de género masculino (M), Figura 4, (56,6%), pertenecientes al estrato 1 (E1), el 43,3 % y al estrato 2 (E2), el 56,7%. (Figura 5) total de estudiantes 30.

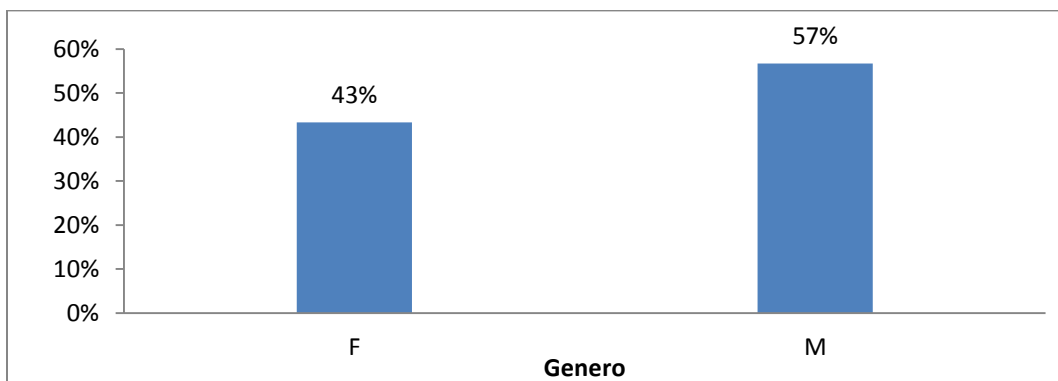


Figura 4. Genero de los estudiantes

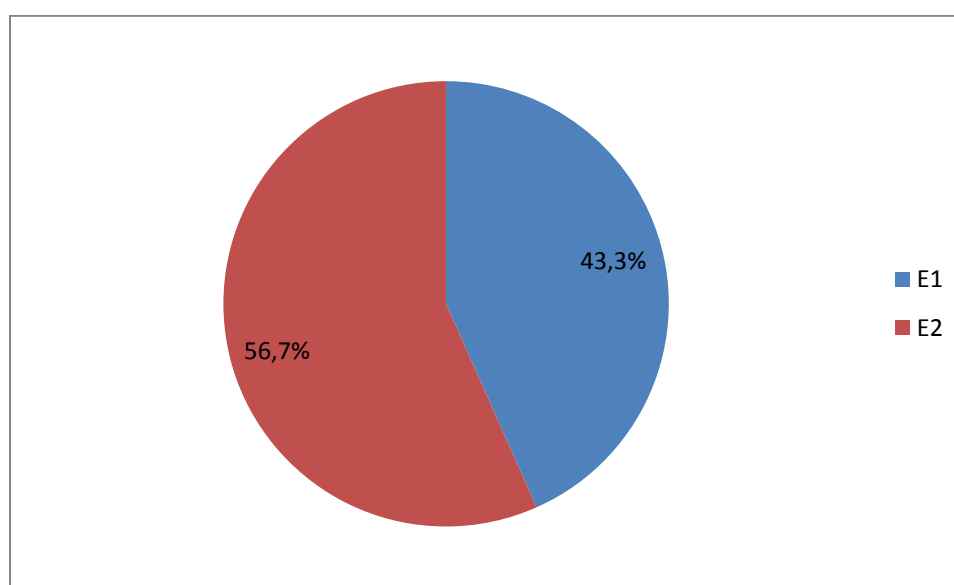


Figura 5. Estrato de los estudiantes

El nivel educativo de los padres, el 77 % solo hicieron la primaria y el 23 % realizaron el bachillerato (Figura 6).

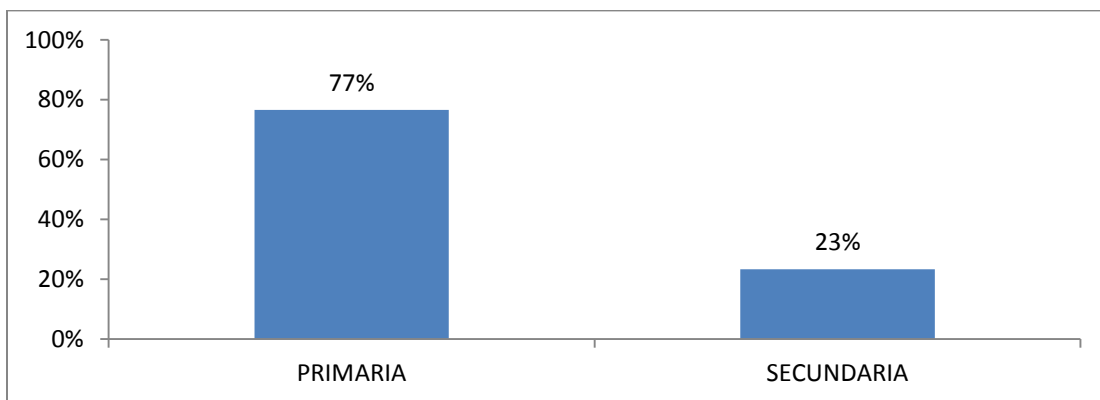


Figura 6. Nivel académico de los padres

El núcleo familiar de los estudiantes, el 13 % vive con los abuelos, el 13% vive solo con la madre, el 70% vive con ambos padres y el 3% vive con una tía (Figura 7).

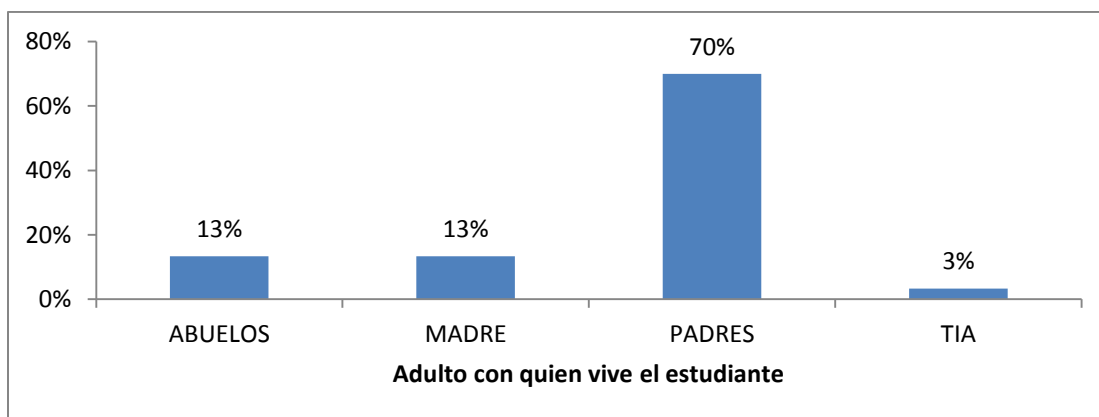


Figura 7. Núcleo familiar del estudiante

El medio de transporte de los estudiantes para llegar hasta el colegio, el 3% lo hace en motocicleta, el 27% no necesita ya que vive cerca al colegio, el 50% usa transporte escolar y el 20% se transporta en bus urbano (Figura 8).

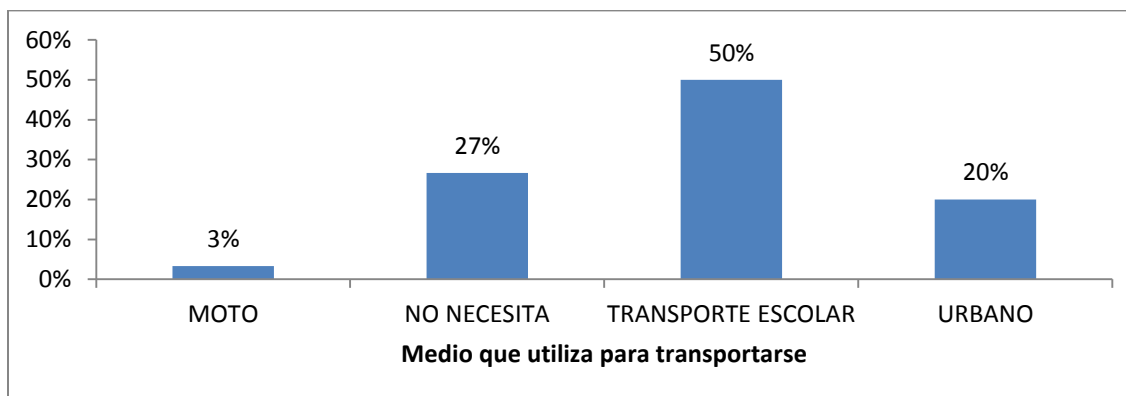


Figura 8. Medio de transporte usado por el estudiante

En cuanto a la distancia a la que viven del colegio, el 13,3% vive a 3 minutos del colegio, 13,3% vive a 5 minutos, el 13,3% vive a 15 minutos, el 46,6% vive a 30 minutos, el 3,3% vive a 40 minutos, el 3,3% vive a 45 minutos y el 6,6% vive a 1 hora del colegio. (Figura 9)

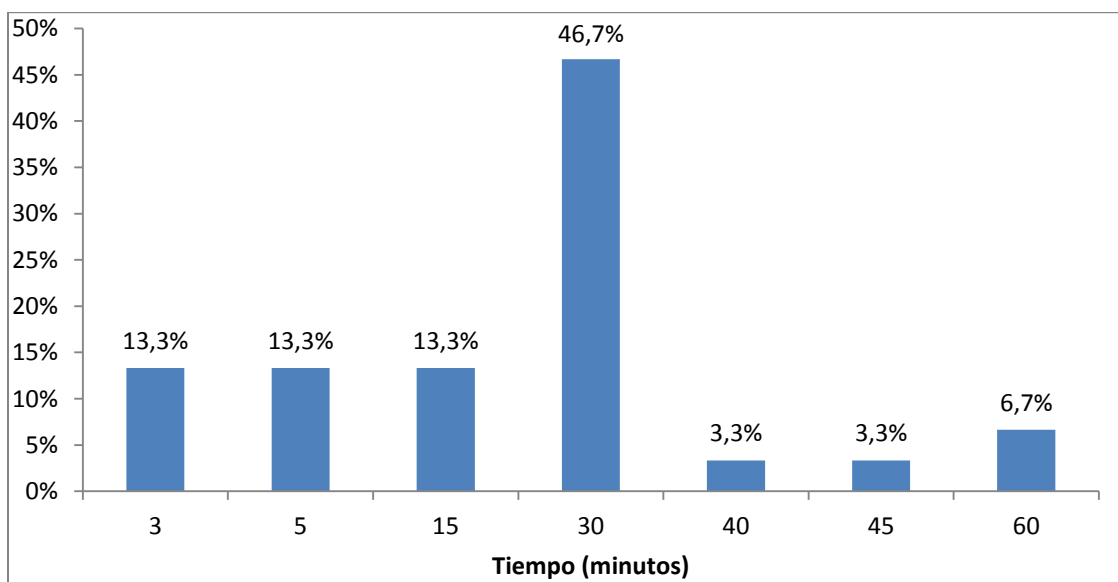


Figura 9. Tiempo para recorrer la distancia de la casa al colegio

2.8 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

Según la caracterización realizada a los estudiantes siguiendo a Valdemar de Gregory y la Teoría Tricerebral (Anexo 9), 15 de ellos son cerebro derecho (50%); estos estudiantes aprenden haciendo, se dejan llevar por la intuición y no la lógica, son emocionales sensoriales y les gusta el trabajo en equipo; 13 estudiantes (43%) son cerebro central; estos aprenden escuchando, les gusta liderar procesos, requieren que se les asigne responsabilidades de liderazgo y compromiso; y 2 estudiantes (7%) son cerebro izquierdo, aprenden viendo al tablero, tiene facilidad con los números, se le dificulta expresar sus sentimientos, es investigador (Figura 10).

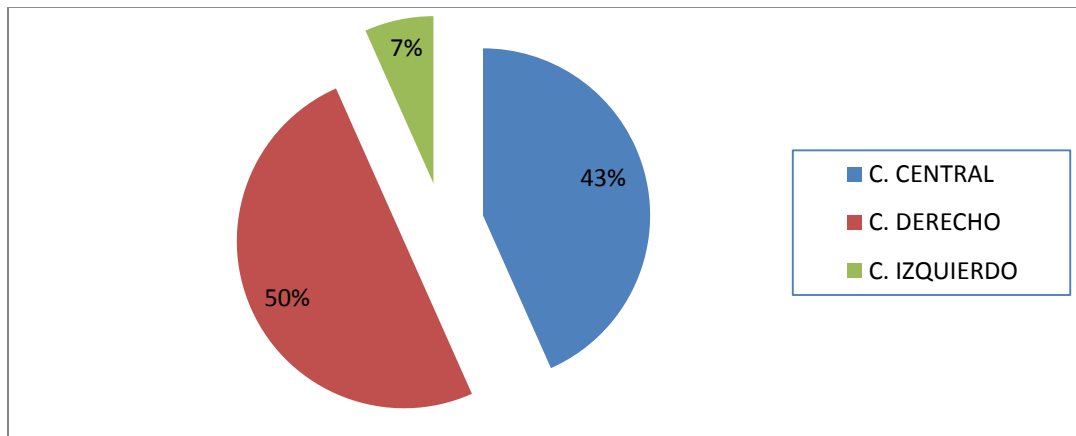


Figura 10. Tipos de cerebro caracterizados

3 UNIDAD DIDACTICA SOBRE CONTAMINACION DE LAS FUENTE HIDRICAS

Según Tamayo et al. (2011)“*Al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, vemos la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, se desarrolla una función de gran valor en la que se le da mayor importancia a la experiencia del estudiante, de esta forma se dinamizan los procesos de enseñanza dándole un giro a los modelos, tradicionales de enseñanza (transmisionismo), pasando a uno en el que el profesor domina los procesos de enseñanza-aprendizaje*”. En este sentido trabajar con las unidades didácticas es importante ya que se parte de los conocimientos previos, y es el estudiante quien va llegando al conocimiento a través de las actividades planteadas por el profesor.

El desarrollo de la unidad didáctica contó con siete actividades agrupadas en cuatro tipologías según las recomendaciones de Sanmartí, (2005) (Tabla 2), de las cuales dos fueron elaboradas en el marco del enfoque sistémico y la simulación.

Tabla 2. Descripción de las actividades desarrolladas

TIPOLOGÍA DE ACTIVIDADES	NOMBRE DE LAS ACTIVIDADES	TIEMPO
EXPLORACIÓN	Actividad 0: caracterización estilos de aprendizaje	2 horas
	Actividad 1: pre test	2 horas
	Actividad 2: salida de observación a las fuentes hídricas de la vereda puente umbría	4 horas
INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS	Actividad 3: lúdica sistémica de la contaminación y su acumulación.	4 horas
	Actividad 4: casos de estudio de la contaminación hídrica	4horas
	Actividad 5: video foro contaminación del agua	4 horas
SISTEMATIZACIÓN	Actividad 6: diagrama causal la ruta de la contaminación	2 horas
APLICACIÓN	Actividad 7: planteo estrategias para mi comunidad	4 horas

Fuente: Elaboración propia.

3.1 ACTIVIDADES DE EXPLORACION

Las actividades de exploración propuestas buscan como primera medida diagnosticar el conocimiento del estudiante frente al tema propuesto y tener un primer contacto con el problema.

El propósito de las actividades propuestas parte de la indagación de concepciones de los estudiantes mediante un diagnóstico de conocimientos previos sobre la contaminación de

las fuentes hídricas, mediante la actividad 1- pretest (Tabla 3), posteriormente, en la actividad 2 se estructura un planteamiento del problema desde el acercamiento a la realidad que viven los estudiantes al realizar un reconocimiento de las fuentes hídricas que se encuentran alrededor de la institución, la afectación posible a los habitantes y los contaminantes que afectan dichas fuentes hídricas. La propuesta de esta actividad es una salida de observación a las fuentes hídricas de la vereda Puente Umbría, municipio Belén de Umbría (Tabla 4).

Tabla 3. Actividad 1: pretest

Componente	Descripción
Propósito	Realizar el diagnóstico de conocimientos previos sobre la contaminación de las fuentes hídricas a través de pre test
Materiales requeridos	fotocopias, lapiceros
Tiempo requerido	2 horas
Descripción general	A través de cuestionario pretest se indaga sobre los conocimientos previos que los estudiantes tienen entorno a la contaminación de las fuentes hídricas, y las razones que se tienen para explicar el fenómeno.
Orientaciones para el estudiante	Leer con atención las preguntas del pretest, marcar con una x la respuesta correcta; seguidamente dar razones, datos y explicación de la escogencia de la respuesta a la pregunta.
Orientaciones para el profesor	Leer el pretest a los estudiantes y orientarlos para la resolución marcando con una x la respuesta correcta, además de dar las razones y datos y argumentación a las preguntas sobre la contaminación de las fuentes hídricas.
Evaluación	Calificación del pretest de acuerdo a la rejilla de valoración, con el puntaje de las preguntas y nivel de aprendizaje (Anexo 2).

Tabla 4. Actividad 2: salida de observación a las fuentes hídricas de la vereda Puente Umbría, municipio Belén de Umbría

Componente	Descripción
Propósito	Reconocer las fuentes hídricas que se encuentran alrededor de la institución, habitantes y posibles contaminantes de las mismas.

Componente	Descripción
Materiales requeridos	Fotocopias para la toma de datos, papel boom, marcadores de colores, cámara fotográfica
Tiempo requerido	4horas
Descripción general	Realizar un recorrido a las fuentes hídricas que pasan alrededor de la institución, para hacer la observación de cómo se encuentran en el momento dichas fuentes, habitantes beneficiados, y posibles puntos críticos de contaminación. Se entrega a cada estudiante una hoja donde va a tomar datos para luego en plenaria socializar.
Orientaciones para el estudiante	<p>Realizar el recorrido a las fuentes hídricas de la vereda, aledañas a la intuición educativa para esto deben estar atentos y ser muy observadores, describir detalles de cada fuente, posible nacimiento, donde desemboca, cuales veredas y habitantes se surten de dichas fuentes, Tomar apuntes del problema ambiental que detecte en cada fuente. Después de hacer el recorrido por las fuentes hídricas, en el salón de clase, en grupos de cinco (5) estudiantes socializar las observaciones que hicieron de cada fuente; en una hoja de papel bond realizar el mapa de la vereda con las fuentes hídricas, a cada fuente le van a escribir los posibles problemas que detectaron en su recorrido, cada estudiante aporta los datos recolectados en su recorrido.</p> <p>Cada grupo socializa el mapa que construyó de la vereda con las fuentes hídricas y posibles contaminantes de dichas fuentes; en plenaria se construye un solo mapa veredal con las fuentes hídricas y los posibles contaminantes de la región.</p> <p>Se evalúa la actividad a través de preguntas por grupos de cómo observaron las fuentes de la vereda, presentar el mapa con las fuentes, casas e instituciones beneficiarias de estos afluentes.</p>
Orientaciones para el profesor	<p>Establecer los sitios del recorrido donde se puedan realizar observaciones puntuales de las fuentes hídricas de la vereda, estar atentos que los estudiantes observen, tomen datos, identifiquen puntos de contaminación, sitios donde hay casas, cultivos, instituciones, industrias, entre otros establecimientos.</p> <p>Finalizado el recorrido, conducirlos hasta el aula de clase, para organizar grupos de trabajo donde socializan las observaciones y realizan el mapa con cada una de las convenciones y puntos de contaminación, definir el recorrido de las fuentes hídricas, identificar los sitios de mayor contaminación bien sea por residuos domésticos o industriales. Se hace socialización de los diferentes mapas veredales y se construye con la ayuda del profesor un solo mapa veredal que contenga los datos de mayor relevancia para el proceso de investigación como son el tamaño de la población, el recorrido de las fuentes hídricas, los sitios de mayor contaminación, con los datos</p>

Componente	Descripción
	recolectados en la salida de campo y las apreciaciones que cada estudiante hizo del recorrido.
Evaluación	Se pregunta a cada grupo que observaciones hizo del recorrido, que datos obtuvieron como el nacimiento de las fuentes, desembocadura, cuales son los habitantes usuarios de las fuentes, y que puntos críticos encontraron con respecto a contaminación. Como evidencia entregan el mapa con observaciones y convenciones, y la hoja de datos recolectados.

3.2 INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS

A través de la introducción de nuevos conocimientos lleva al estudiante a través de las actividades involucrarse con el problema propiamente dicho, con la investigación guiada; acá se busca que el estudiante consulte diferentes fuentes de información, lea algunos documentos, videos y haga la simulación sistémica haciendo los respectivos análisis del problema, relacione otros fenómenos, interiorice conceptos, y conozca datos para que llegue a consolidar y unificar criterios que son los que lo llevan a comprender el fenómeno de estudio.

Tabla 5. Actividad 3. Lúdica sistémica La contaminación y su acumulación

Componente	Descripción
Propósito	Comprender la retroalimentación positiva de la contaminación de las fuentes hídricas, a través del juego sistémico.
Materiales requeridos	fichas, fotocopias, tablero, tablas de datos
Tiempo requerido	2 horas
Descripción general	El juego consiste en simularla contaminación hídrica a través de participantes que ingresan fichas de colores al río dependiendo el tipo de contaminación y otros participantes que sacan algunas fichas simulando las acciones de descontaminación.
Orientaciones para el estudiante	Organizar subgrupos de cuatro (4) personas, en una mesa organizar un tablero que va a ser el río, 3 participantes con fichas de colores serán los que simulan la contaminación e ingresan fichas dependiendo la orden que da el cuarto participante que hace de moderador y toma los datos que se registran en una tabla, para el conteo de fichas que

Componente	Descripción
	son los contaminantes en el río. En el primer juego se simula la contaminación Justí, (2006) constante, en unidades de contaminación donde se ingresan 3 fichas y solo se retira una, en un cuadro de datos se puede observar como la contaminación es lineal; en el segundo juego no se ingresa contaminación pero si se retira una ficha en cada jugada y se puede analizar la capacidad de recuperación del sistema (decrecimiento lineal); el tercer juego es un modelo exponencial se empieza ingresando 2 fichas, luego 3, 4, 5,6,7; pero solo se retira una en cada jugada, acá se observa como a medida que crece la población, también crece la contaminación, pero la recuperación del sistema conserva la misma forma, es así como el crecimiento de la contaminación es exponencial; en la cuarta jugada se ingresan fichas de color rojo que será la contaminación no degradable y que no se puede sacar de la fuente y se ingresarán fichas amarillas que será la contaminación con capacidad de recuperación, este es otro modelo exponencial donde el crecimiento de la población incrementa el grado de contaminación.
Orientaciones para el profesor	En una mesa organizar un tablero que va a ser el río, 3 participantes con fichas de colores serán los que simulan la contaminación e ingresan fichas dependiendo la orden que da el cuarto participante que hace de moderador y toma los datos que se registran en una tabla, para el conteo de fichas que son los contaminantes en el río. En el primer juego se simula la contaminación constante, en unidades de contaminación donde se ingresan 3 fichas y solo se retira una, en un cuadro de datos se puede observar como la contaminación es lineal; en el segundo juego no se ingresa contaminación pero si se retira una ficha en cada jugada y se puede analizar la capacidad de recuperación del sistema (decrecimiento lineal); el tercer juego es un modelo exponencial se empieza ingresando 2 fichas, luego 3, 4, 5,6,7; pero solo se retira una en cada jugada, acá se observa como a medida que crece la población, también crece la contaminación.
Evaluación	presentar análisis del juego, cómo interpretaron la contaminación de este río y cómo lo analizan con el caso real de la comunidad Consultar con tus padres y vecinos como era la comunidad hace 20 años en cuanto a población, cuantos habitantes eran y los recursos naturales como se encontraban Presentar informe de la consulta. Justí, (2006).

Tabla 6. Actividad 4. Casos de estudio de la contaminación hídrica

Componente	Descripción
Propósito	Relacionar la contaminación de los ríos con las consecuencias que trae a los ecosistemas y a la salud humana

Componente	Descripción
Materiales requeridos	fotocopias, lapiceros, fichas, cartulina
Tiempo requerido	4 horas
Descripción general	A partir de un caso de estudio sobre la contaminación del agua, documento de la OMS (2002) y los efectos que esta causa en la salud de las personas, identificar los conceptos desconocidos y buscarlos en internet, o libros; consultar las enfermedades allí mencionadas y cuáles son las vías de transmisión. https://www.lavanguardia.com
Orientaciones para el estudiante	Lee atentamente el artículo de la Organización Mundial de la Salud, sobre la contaminación por heces fecales de los ríos, identificar las consecuencias de la contaminación y las enfermedades que produce un agua contaminada por heces, responder las preguntas; Que enfermedades aparecen en el texto; Como se transmiten estas enfermedades?; Cuáles son las consecuencias que trae la contaminación del agua?; Cuantos niños mueren anualmente por enfermedades causadas por el agua contaminada?. A partir de búsqueda bibliográfica en grupos de 3 estudiantes organizan una exposición sobre las diferentes enfermedades que causa el agua contaminada?; Consultar en la comunidad que casos se han presentado de enfermedades gastrointestinales?; Cuales consecuencias trae la contaminación en los diferentes casos de estudio?; Cuales enfermedades se han presentado en la comunidad producto de la contaminación?, consultamos sobre enfermedades gastrointestinales y cuáles son las bacterias que las ocasionan?; Vías de transmisión de enfermedades?; Consultar en la comunidad sobre casos de enfermedades?; Realizar dos rutas de contaminación del agua.
Orientaciones para el profesor	Se les presenta un artículo de la organización mundial de la salud, sobre contaminación del agua por heces fecales, en sub grupos de trabajo lo leen e identifican consecuencias de la contaminación: resuelven preguntas, ¿Cuántos niños mueren anualmente por enfermedades causadas por el agua contaminada? A partir de búsqueda bibliográfica en grupos de 3 estudiantes organizan una exposición sobre las diferentes enfermedades que causa el agua contaminada; Consultar en la comunidad que casos se han presentado de enfermedades gastrointestinales?; Cuales consecuencias trae la contaminación en los diferentes casos de estudio?; Cuales enfermedades se han presentado en la comunidad producto de la contaminación?, consultamos sobre enfermedades gastrointestinales y cuáles son las bacterias que las ocasionan?; Vías de transmisión de enfermedades; Consultar en la comunidad sobre casos de enfermedades?; Realizar dos rutas de contaminación del agua. http://www.who.int/water-sanitationOMS .

Componente	Descripción
Evaluación	Presentar el informe sobre el artículo, y la consulta realizada a la comunidad sobre casos de enfermedades que se hayan presentado en la comunidad.

Tabla 7. Actividad 5 video foro contaminación del agua

Componente	Descripción
Propósito	Identificar los componentes de la contaminación hídrica, causas, consecuencias y relaciones
Materiales requeridos	fotocopias, lapiceros, videos, pc, video beam
Tiempo requerido	4 horas
Descripción general	A través de dos videos sobre la contaminación hídrica los estudiantes profundizan los conceptos de contaminación, las causas y los componentes de la contaminación; relacionan la contaminación con otros factores sistémicos de la naturaleza.
Orientaciones para el estudiante	Después de ver los videos sobre la contaminación hídrica, menciona los términos nuevos que has encontrado; se socializan y resuelven dudas con la orientación del profesor; explica las causas y las consecuencias de la contaminación de las fuentes hídricas; representa varias rutas del proceso de contaminación a través de un gráfico; consulta formas de minimizar y prevenir la contaminación hídrica. Presenta el trabajo al profesor para evaluar.
Orientaciones para el profesor	Se proyectan dos videos cortos sobre la contaminación hídrica y sus componentes, después de ver los videos se les pide a los estudiantes que mencionen los términos nuevos encontrados, se aclaran dudas de los conceptos, a partir del video resuelve las siguientes preguntas: explicar las causas y las consecuencias de contaminar las fuentes hídricas; representar gráficamente varias rutas de contaminación del agua; consultar formas de minimizar o prevenir la contaminación. El trabajo será presentado como evidencia para la evaluación formativa. https://www.youtube.com/watch?v=XMvncTxCLB4 video Contaminación del Agua - BrainPOP Español https://www.youtube.com/watch?v=bKKulBWf_yQ video Agua y Contaminación - Aguas Adentro.
Evaluación	Presentar el informe al profesor de la actividad del video foro, presentarla consulta propuesta por el profesor sobre las formas de prevenir o evitar la contaminación del agua.

3.3 SISTEMATIZACIÓN

En la sistematización de la unidad didáctica el estudiante debe explicar lo aprendido a través de varias actividades como el diagrama de la ruta de la contaminación en esta sintetiza datos, llega a dar razones y conceptos sobre el fenómeno de la contaminación.

Tabla 8. Actividad 6 la ruta de la contaminación, diagrama causal

Componente	Descripción
Propósito	Demostrar el aprendizaje a través de un diagrama causal “ <i>la ruta de la contaminación</i> ” para sintetizar y concluir las causas y efectos de la contaminación hídrica.
Materiales requeridos	Fichas, tarjetas con nombres de causas consecuencias, enfermedades, flechas más, menos, colores marcadores, papel bom.
Tiempo requerido	4 horas
Descripción general	Con el propósito de que los estudiantes expliquen y den razones de la contaminación causas y consecuencias realizaran un diagrama causal que llamaremos la ruta de la contaminación, donde realizaran rutas de contaminación, y el diagrama de causas y consecuencias.
Orientaciones para el estudiante	En grupos de cinco (5) estudiantes realizar un diagrama causal utilizando fichas y tarjetas con nombres de causas, consecuencias, enfermedades, bacterias y fichas con flechas, símbolos de más y menos. En cada mesa de trabajo ordenan las tarjetas como el subgrupo lo considere, con la ayuda del profesor se organizaran los elementos de la contaminación en forma sistémica, el comportamiento del fenómeno, las relaciones, causas y consecuencias del mismo, una vez organizado el diagrama cada grupo hace la socialización a sus demás compañeros, el profesor hace recomendaciones en el trabajo.
Orientaciones para el profesor	Formar los grupos de cinco (5) estudiantes y entregar a cada uno las fichas con nombres, flechas, símbolos de más y menos para el desarrollo del diagrama causal, pasar por cada subgrupo orientándolos en la forma de relacionar sistémicamente causas consecuencias para explicar el fenómeno, una vez tengan el diagrama realizado, cada subgrupo lo socializa y se hacen las respectivas recomendaciones para el diagrama causal.
Evaluación	Presentación del diagrama terminado en hojas de papel bom, socialización del trabajo a todo el grupo.

3.4 APLICACIÓN

A través de esta actividad estrategias para mi comunidad el estudiante plantea las estrategias para llevar y aplicar en la comunidad la realidad, para la solución del problema con el propósito de que el sintetice, concluya de posibles soluciones al fenómeno ambiental trabajado durante la unidad didáctica.

Tabla 9. Actividad 7 Planteo estrategias para mi comunidad

Componente	Descripción
Propósito	Plantear acciones para motivar a la comunidad y estudiantes de la institución al cuidado de las fuentes de agua
Materiales requeridos	papel, fichas, juegos, video beam, computador, tabletas
Tiempo requerido	2 horas
Descripción general	A través de estrategias como un juego, un poster, un socio drama unas coplas cada subgrupo de trabajo realizará una estrategia para llegar a un grupo estudiantes del colegio y compartir lo aprendido durante la secuencia didáctica sobre la contaminación de las fuentes hídricas en la comunidad.
Orientaciones para el estudiante	En grupos de trabajo deben escoger una estrategia para exponer en un grupo de la institución los conocimientos sobre la contaminación de las fuentes hídricas, la estrategia puede ser un juego, un poster, dramatizado, unas copas; en la cual se explique a los demás grupos del colegio los daños, causas y consecuencias de la contaminación hídrica.
Orientaciones para el profesor	Organizar los subgrupos de trabajo, indicarles cuales estrategias pueden usar para exponer los conocimientos aprendidos en la secuencia didáctica, acompañarlos en la realización de la estrategia, guiarlos en los resúmenes y dibujos a plasmar o en el juego que vayan a escoger para explicar la contaminación, después de tener la estrategia realizada, asignarles un grupo de la institución acompañarlos a los salones donde se va a hacer la exposición, guiarlos en la forma como llegar a los estudiantes y a mantener la disciplina.
Evaluación	Presentación de informe final y de la estrategia que usaron para hacer la exposición en cada grupo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación, partirán de lo encontrado en el pretest, posteriormente se muestran los resultados del posttest y se finaliza con un análisis comparativo que busca dar respuestas a la pregunta de investigación.

4.1 RESULTADOS DEL PRETEST

4.1.1 Comparación del tipo de cerebro con el pretest

Se puede analizar que la mayor cantidad de estudiantes con pretest en nivel muy bajo se encuentra en el cerebro central (13,3%), seguido del cerebro derecho (6,7%) y cerebro izquierdo (3,3%); pretest bajo, cerebro central (30%), cerebro derecho (40%) y cerebro izquierdo (3,3%); y en nivel medio solo se en cuenta el cerebro derecho (3,3%). (Figura 11)

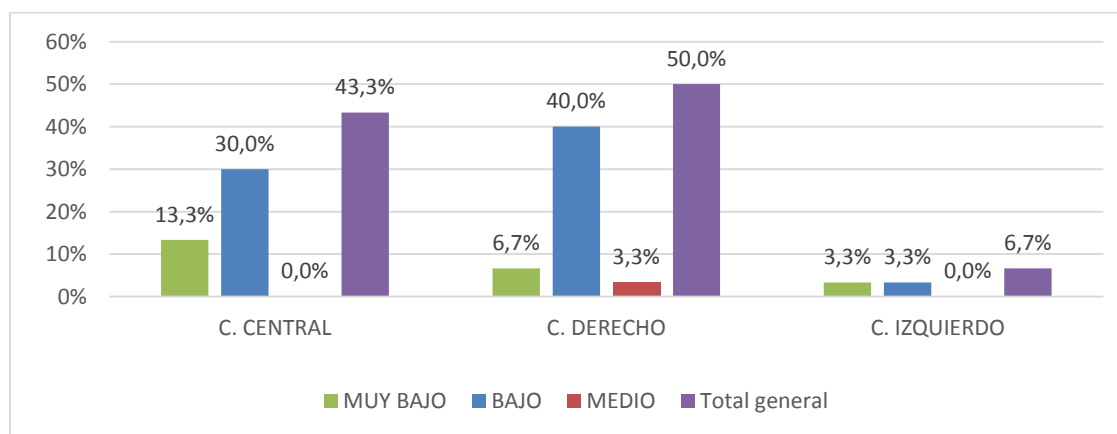


Figura 11. Comparacion tipo de cerebro con pretest

En los estratos existentes, de los estudiantes nivel social 1, el 20% son cerebro central y el 23% son cerebro derecho; mientras que los estudiantes del nivel social 2 son 23,3% cerebro central, 26,7% cerebro derecho y 6,7% cerebro izquierdo (Figura 12).

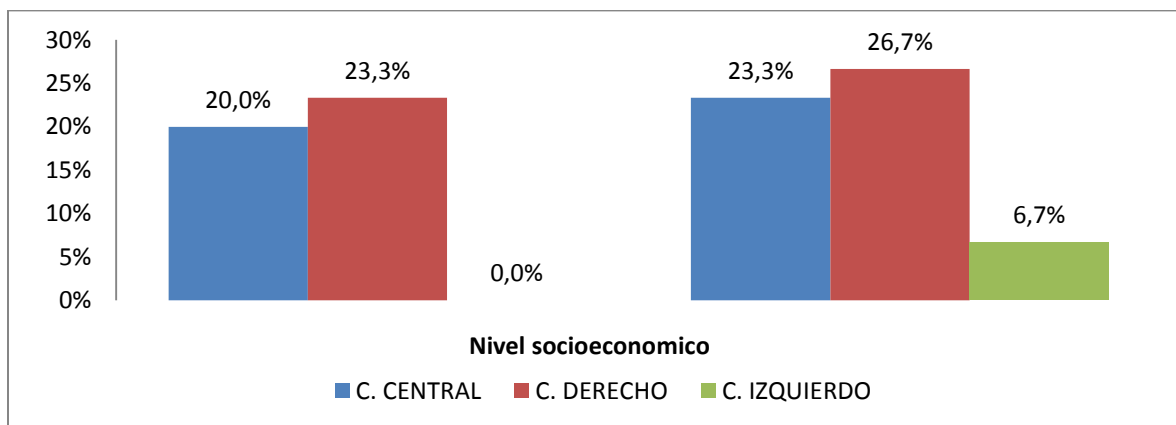


Figura 12. Comparación tipo de cerebro con estrato socioeconómico

4.1.2 Resultados pretest con relación al género

Se observa que el puntaje más bajo (2), lo obtuvo un estudiante de género masculino (M); mientras que los puntajes más altos 9 y 10, los obtuvieron estudiantes de género femenino (F) (Figura 13).

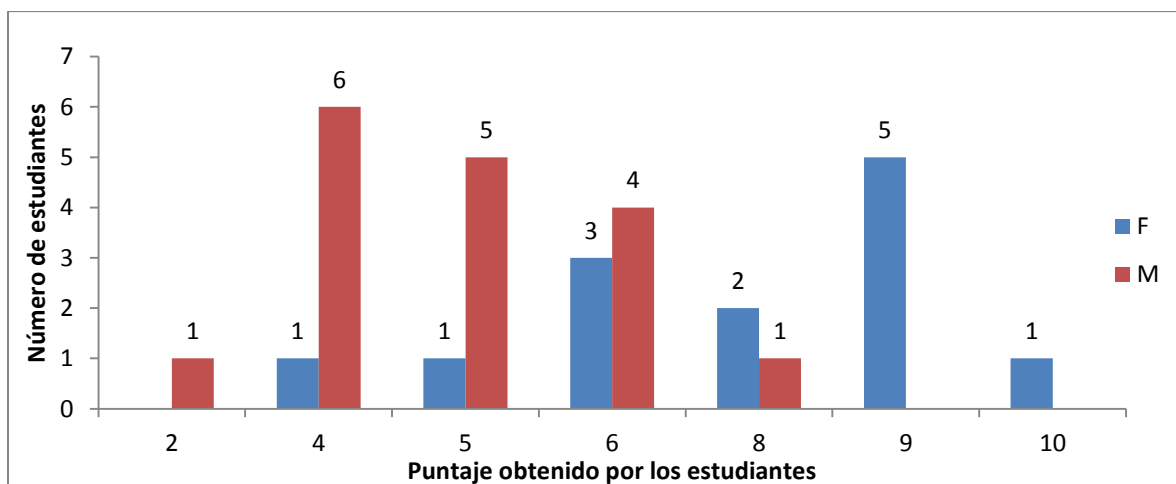


Figura 13. Comparación del pretest con el género

La comparación del género con el tipo de cerebro es, cerebro central 13,3% son de género femenino y 30% de género masculino; cerebro derecho el 30% son de género femenino (F), y el 20% de género masculino (M); y cerebro izquierdo en el género femenino no hay y el género masculino 6,7 % (Figura 14).

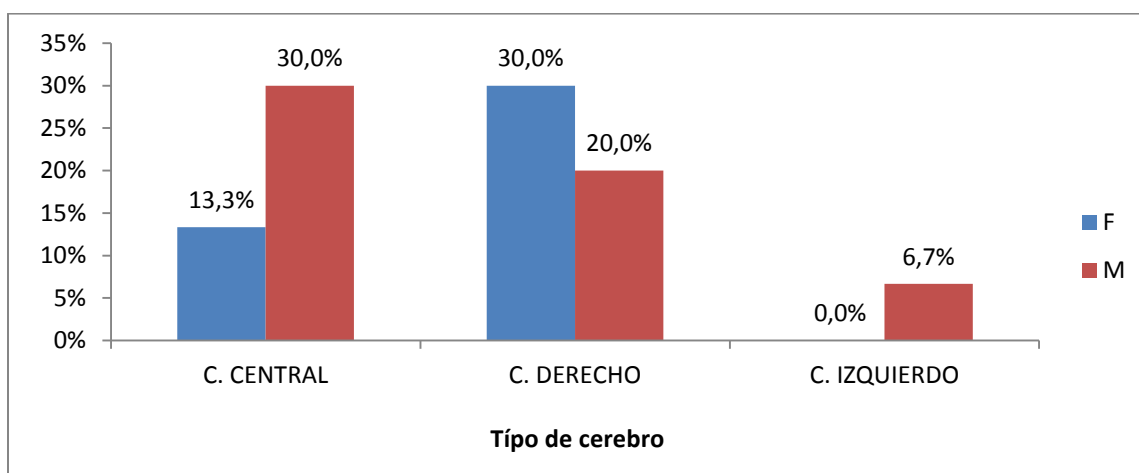


Figura 14. Comparación del tipo de cerebro con el género

4.1.3 Puntaje y nivel del pretest

Los resultados obtenidos en el pretest son los siguientes, 7 estudiantes con nivel muy bajo o sea 23,33%; 22 estudiantes con nivel bajo o sea 73,33%; y solo un (1) estudiante con nivel medio o sea 3,33% (Figura 15).

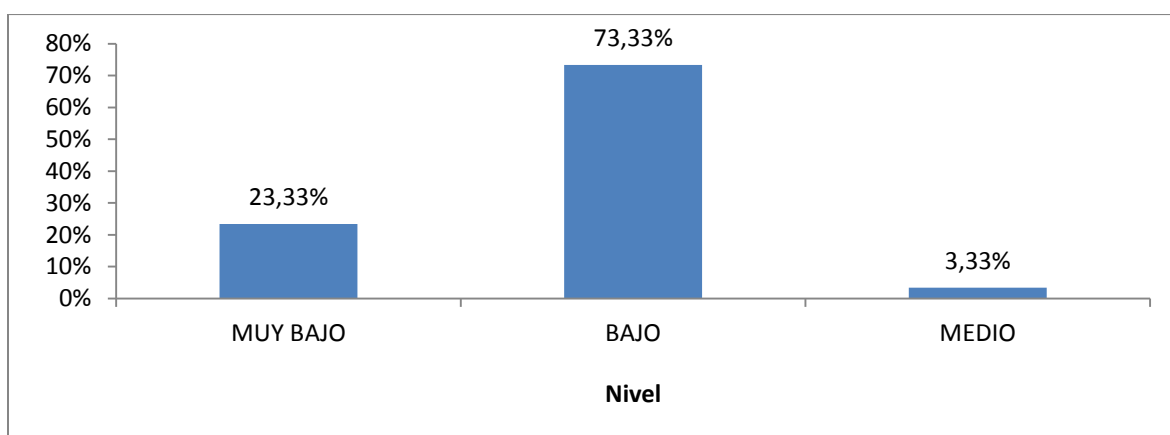


Figura 15. Nivel del pretest obtenido por los estudiantes

4.2 RESULTADOS DEL POSTEST Y COMPARACIONES

4.2.1 Puntaje y nivel del posttest

Resultados del posttest fueron, 4 estudiantes con nivel bajo, o sea 13,3%; 25 estudiantes con nivel medio o sea 83,3%; y 1 estudiantes con nivel alto o sea 3,3%. En el pretest hubo siete (7) estudiantes en nivel muy bajo, para el posttest no hubo estudiantes para este mismo (Figura 16).

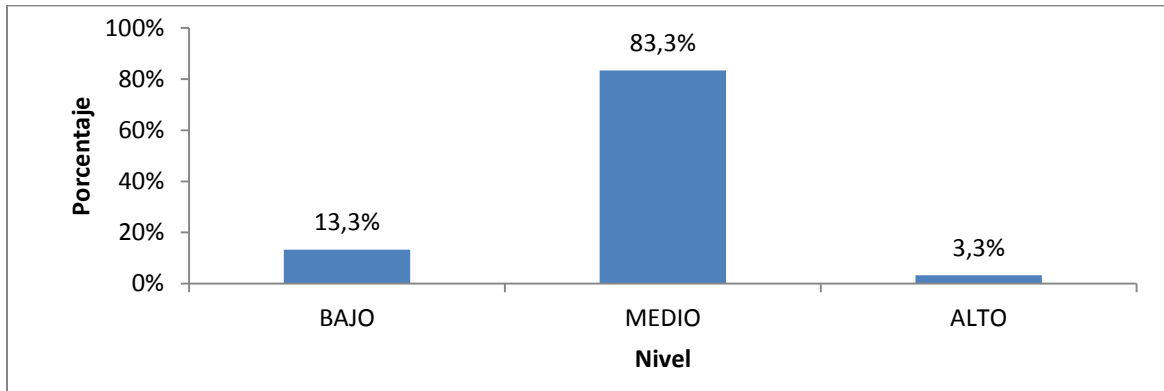


Figura 16. Nivel del posttest alcanzado por los estudiantes

4.2.2 Comparación puntaje pretest y posttest

A partir de los puntajes obtenidos en el posttest, se puede concluir que los estudiantes tuvieron un avance relevante en la explicación de fenómenos del pretest hasta el posttest, lo cual evidencia que la unidad didáctica es un método de aprendizaje efectivo en la construcción y apropiación de conocimientos (Figura 17).

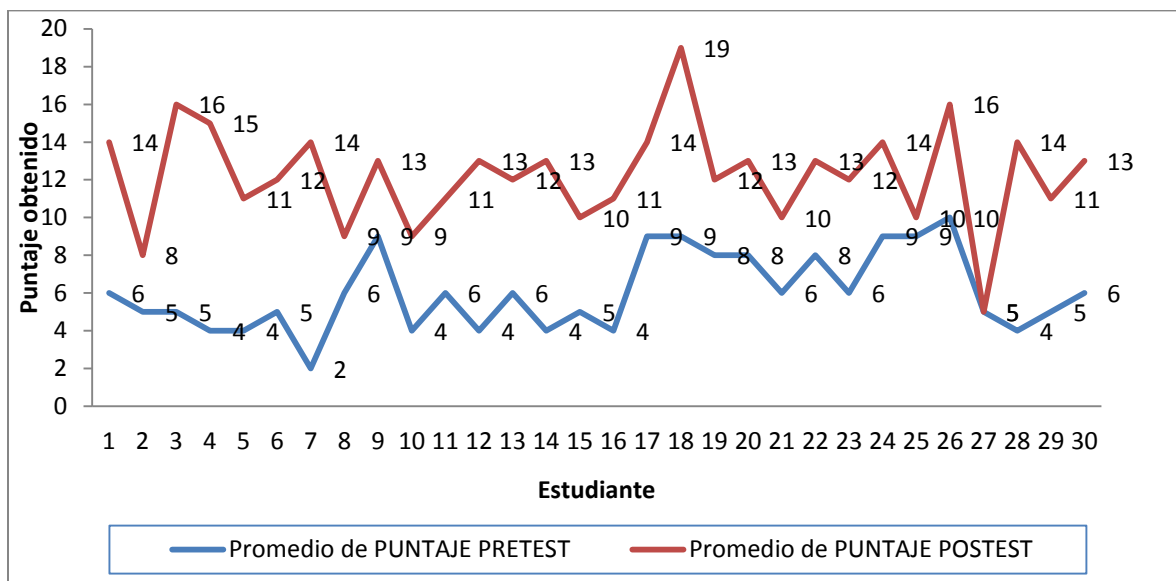


Figura 17. Comparación de los promedios del pretest y posttest

El promedio del pretest fue de 6,0; mientras que en el posttest el promedio fue de 12,2 lo cual representa el avance importante de los estudiantes en la apropiación de conocimientos sobre la contaminación de las fuentes hídricas. Aplicando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes se encuentran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las medianas de los puntajes obtenidos entre el pretest y el pos test, lo cual indica que hubo efecto positivo de la unidad didáctica (Figura 18).

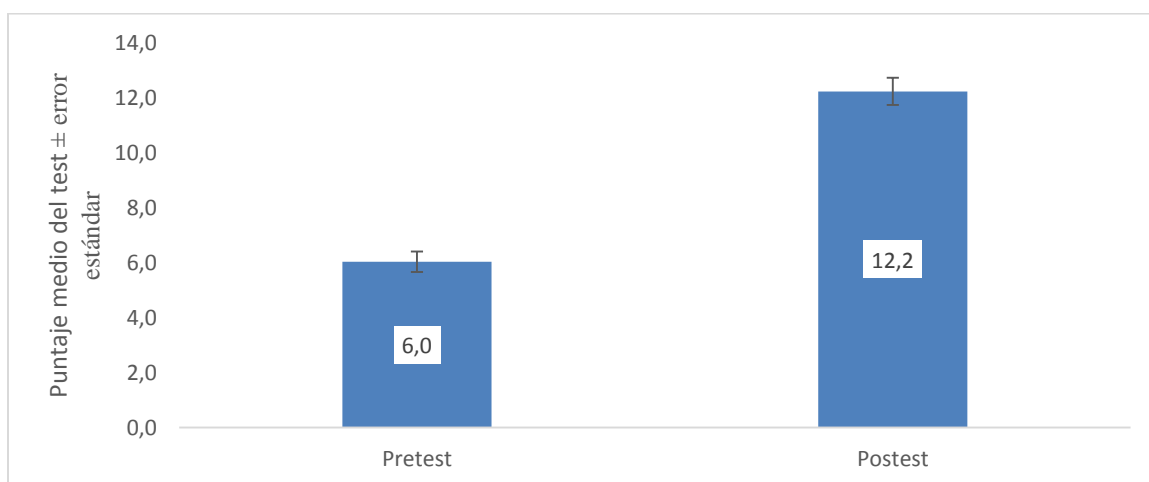


Figura 18. Promedios del pretest y posttest obtenidos por los estudiantes

Se puede ver claramente el avance entre el pretest y el postest, donde el 23,3% quedaron en muy bajo, para postest ya no hubo estudiantes en ese nivel; en nivel bajo 73,3% en el pretest, para el postest el porcentaje rebajo a 13,3%; en el nivel medio en el pretest estaba el 3,3%; para el postest aumento a 83,3% con un avance significativo en el desarrollo de la competencia explicación científica, y en nivel alto en el pretest no había ninguno, para el postest quedo el 3,3% en ese nivel, viéndose un mejoramiento muy efectivo con la aplicación de la unidad didáctica (Figura 19).

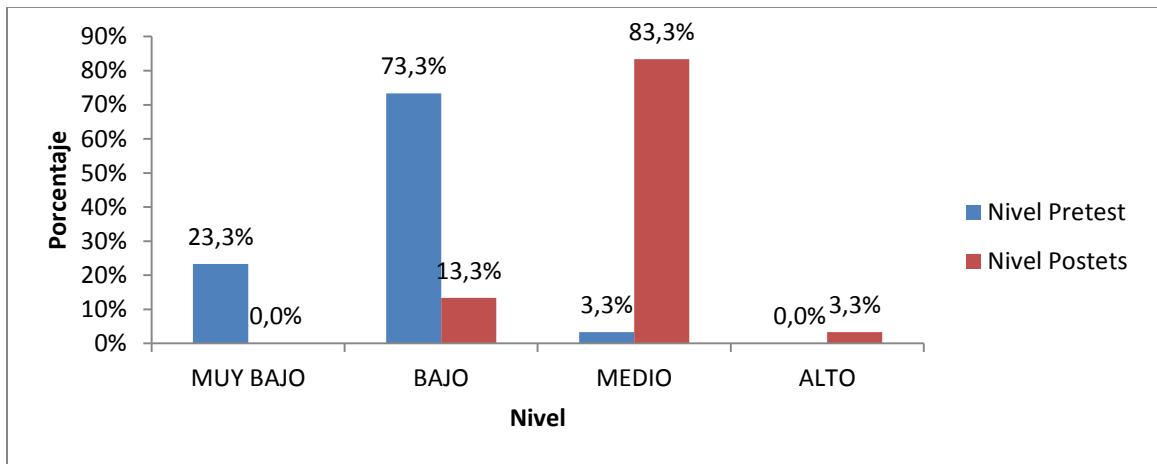


Figura 19. Estudiantes según nivel del pretest y postest

El resultado muestra como el estudiante con el puntaje más alto en el postest no tuvo ni una inasistencia a la unidad didáctica, igualmente quienes obtuvieron puntajes más altos solo tuvieron una falta de asistencia a la unidad (Figura 20).

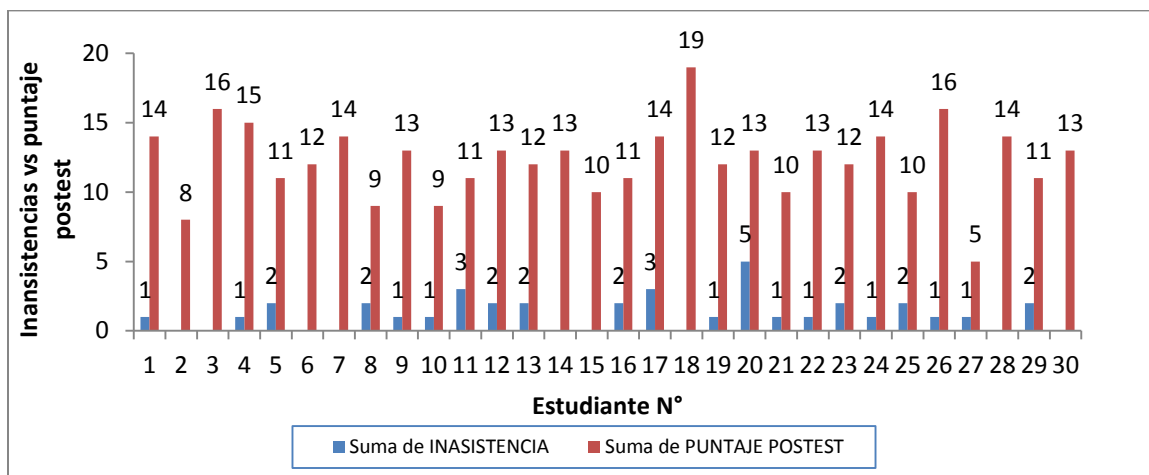


Figura 20. Inasistencia a la unidad didáctica

Esta grafica muestra la relación de la diferencia de puntaje entre el pretest y el posttest con la inasistencia al desarrollo de la unidad didáctica, viendo como entre menos inasistencia, mejor fueron los puntajes obtenidos.

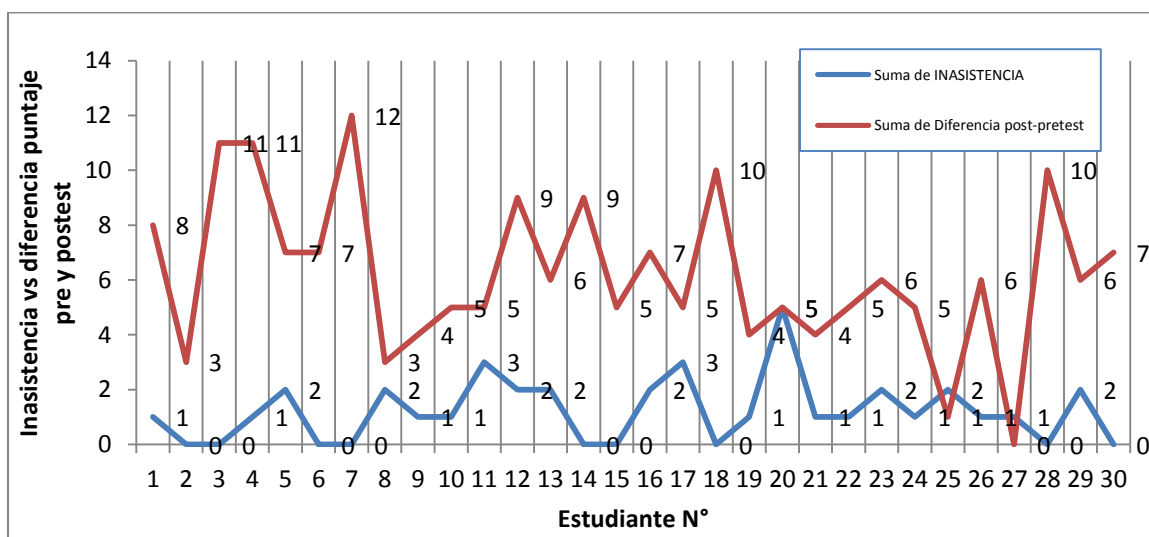


Figura 21. Diferencia de puntaje entre el posttest y pretest

El promedio de inasistencia muestra como los estudiantes con nivel alto tienen inasistencia de cero, en el nivel medio tienen inasistencia de 1,3 y los de nivel bajo con inasistencia promedio de 1, la conclusión es evidente, estudiantes con los mejores niveles o sea en alto no tuvieron faltas de asistencia a la unidad didáctica (Figura 22).

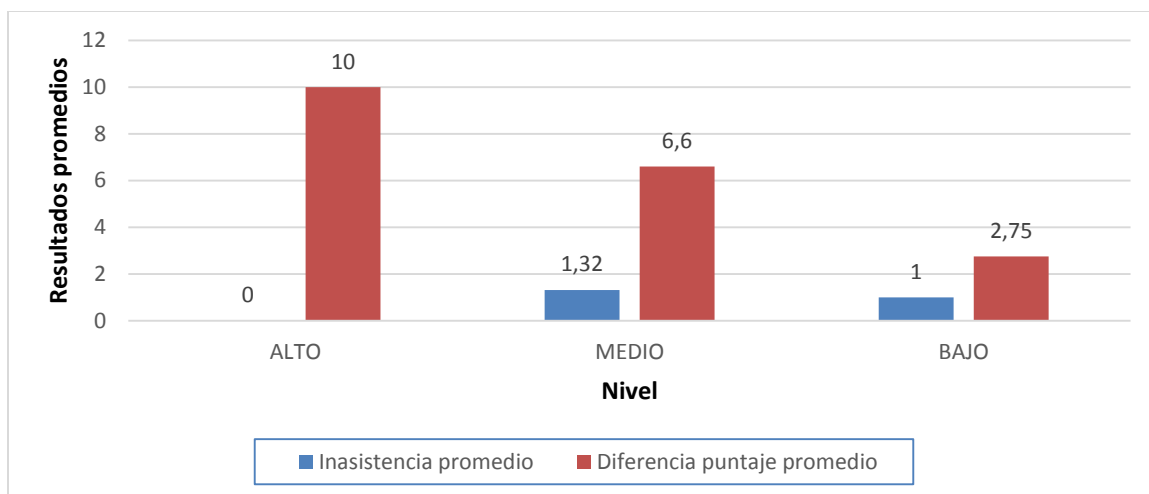


Figura 22. Promedio de inasistencia

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS

Para saber si el estudiante es capaz de explicar fenómenos científicamente es necesario que éste dé razones, datos, maneje conceptos y relaciones causales. Con relación al número promedio de razones, uso de datos, conceptos y relaciones usando la prueba de Wilcoxon para muestras apareadas, se comprueba que hubo un incremento en la explicación científica de fenómenos, es decir, se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los valores obtenidos de estas variables para los niveles de aprendizaje alto y medio, como en la Figura 23 al 26, destacando esta última en el uso de relaciones, lo cual indica un efecto favorable en la implementación de la unidad didáctica; lo que es consistente con Neus Sanmartín (2005), quien afirma que este método “...favorece que los modelos iniciales de los estudiantes evolucionen, desde sus representaciones simples y/o alternativas, a otras más complejas y/o cercanas a los modelos científicos actuales”.

4.3.1 Razones dadas por el estudiante al problema

En esta pregunta sobre la contaminación del agua, el estudiante debía de dar razones por las que considera a la comunidad como contaminadora del agua, teniendo

como resultado que los estudiantes con nivel alto, dieron razones válidas de la contaminación, tanto en el pretest como en el postest, mientras que los estudiantes con nivel medio y bajo tuvieron un incremento en las razones entre el postest y el pretest (0,93 puntos en promedio). Como ejemplo, (Anexo 4) donde el estudiante 13, afirma que” hay mucha población nueva que llega; el manejo del agua es algo que no se enseña, y que la gente no tiene conciencia que se debe cuidar el agua”, de esta información se destaca que dicho estudiante después del desarrollo de la unidad didáctica ha dado 3 razones por las cuales considera hay contaminación del agua (Figura 23).

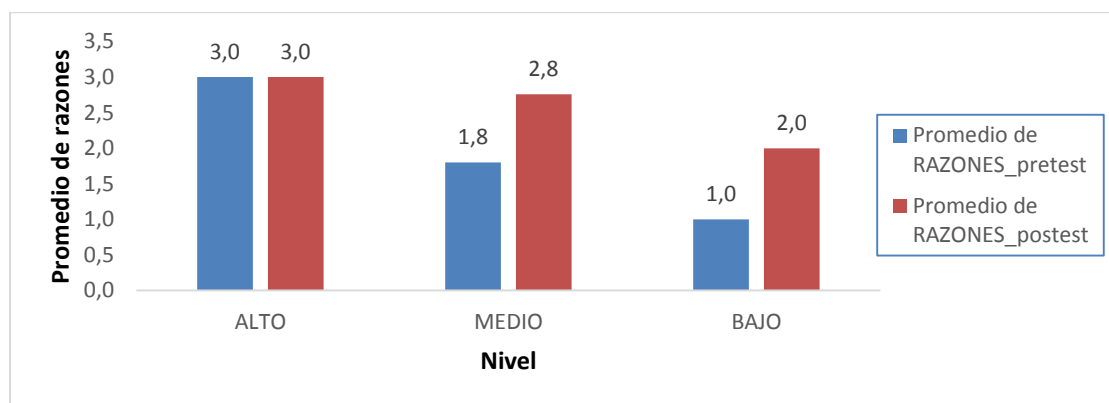


Figura 23. Número promedio de razones dadas por el estudiante

Para llegar a este nivel en que el estudiante da razones se hizo una salida de campo por las fuentes hídricas donde los estudiantes identificaron puntos críticos de contaminación, el color del agua, los tipos de contaminantes, el número de casas, el tipo de cultivo, después del recorrido por la fuente hídrica, los estudiantes en grupos de trabajo hicieron mapas parlantes en el cual concluyeron que donde había más puntos críticos de contaminación, era donde se concentraba mayor número de pobladores.

4.3.2 Uso de datos en el manejo del problema

En la sub categoría uso de datos la mejoría es leve (0,3 puntos en promedio) y es notable la dificultad que presentan los estudiantes del nivel medio y bajo para incorporar a las respuestas datos concretos de sobre los aspectos para determinar si un rio está o no

contaminado (Figura 24). Como ejemplo, a la estudiante 25, se le pide escribir datos sobre aspectos que ayudan a determinar si un río está contaminado, por lo que ella responde “...con el ph podemos ver cómo y en estado está el río, desechos de los árboles”; es claro como el estudiante no da los datos que se le están pidiendo en el enunciado para resolver dicha pregunta (Anexo 5).

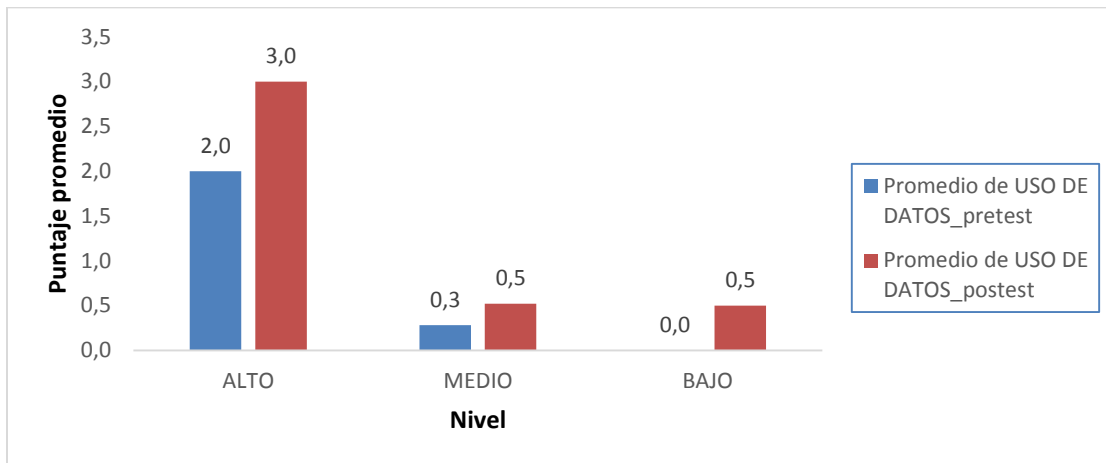


Figura 24. Uso de datos

4.3.3 Conceptos manejados por el estudiante

Para el desarrollo de esta competencia se usó en la unidad didáctica, conceptos de la organización mundial de la salud, en el cual ellos leyeron y analizaron causas y consecuencias de la contaminación, datos de la cantidad de muertes, especialmente en niños en América Latina y en el mundo; se proyectó un video con estadísticas claras de cómo se contamina los ríos, lo que se está haciendo en países como argentina, además se proyectó imágenes del río Bogotá, se sensibilizó de cómo la ignorancia de las personas ha llevado a que este río este muerto, OMS,(2002). También, se utilizaron dos tipos de lúdicas sistémicas donde los datos indicaban cómo el aumento de la población contribuye a mas contaminación y por consiguiente las consecuencias que esto trae para la salud y el bienestar de la personas de la comunidad.

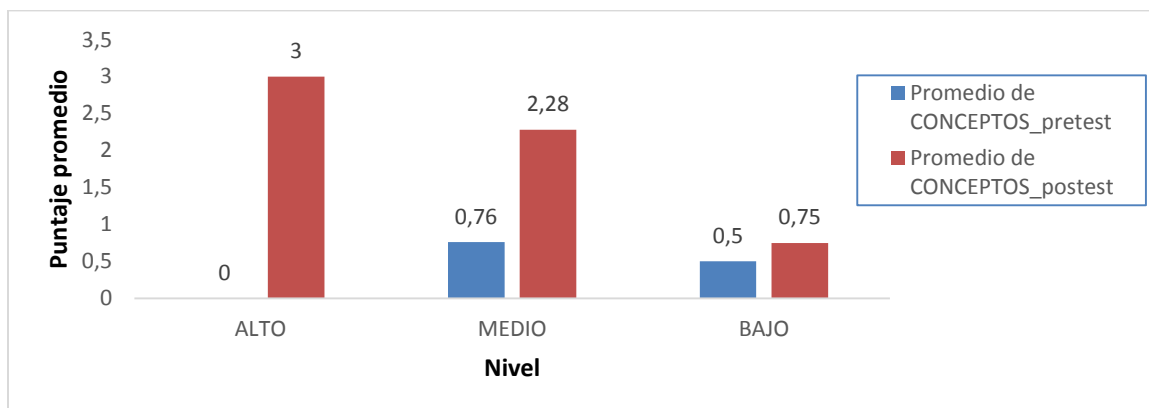


Figura 25. Conceptos

En la sub categoría conceptos es claro el avance en el nivel de la competencia (1,4 puntos en promedio), además, en nivel alto en el pretest ninguno daba conceptos sobre la mortalidad infantil por contaminación de las aguas, y para el posttest ya es evidente como un buen número de estudiantes (80 %) da conceptos claros sobre la mortalidad infantil, igual se puede ver en el nivel medio que se aumenta en los conceptos aportados. Como ejemplo el estudiante siete (7) se le pide incluir conceptos sobre las consecuencias de la contaminación del agua, a la cual responde “*las enfermedades ocurridas y la tasa de mortalidad*” es notable como identifica los conceptos relevantes de la contaminación hídrica, (Anexo 6). En este nivel de explicación de fenómenos, el estudiante da conceptos relacionados con la contaminación, para afianzar en la categoría se trabajó un documento de la Organización Mundial de la Salud sobre las enfermedades y muertes causadas por aguas contaminadas, una lúdica sistémica en la cual el estudiante podía ver los rasgos fundamentales para explicar cómo el crecimiento de una población que contamina trae como consecuencia un crecimiento exponencial de la contaminación de los ríos y por ende las consecuencias, aumento de enfermedades y la tasa de mortalidad infantil.

4.3.4 Establecimiento de relaciones

En cuanto a las relaciones causa efectos, los estudiantes relacionaron las vías o rutas de transmisión de enfermedades por aguas contaminadas con los efectos causales de estas, mejorando significativamente el promedio en el desarrollo de la competencia

(Anexo 7) donde dicho estudiante relaciona “ *Excremento de humano+ moscas = muertes, heces fecales + enfermedades + muerte, aguas residuales + moscas + muertes*”.

Al evaluar el avance en la categoría relaciones causales, se evidencia un incremento significativo (1,1 puntos en promedio). En esta parte, se utilizó la estrategia de diagramas causales en la cual a través de palabras, flechas, signos de más (- +) y menos, los estudiantes elaboraron mapas, y diagramas donde crearon las posibles rutas de la contaminación, de donde proviene, cual es el camino de un contaminante, donde se puede quedar, y hasta dónde puede llegar este, dando ideas claras sobre las causas y consecuencias de la contaminación; generando en los estudiantes la capacidad de relacionar, dando como resultado ser capaz de explicar un fenómeno científicamente.

En cuanto a las relaciones establecidas, los incrementos se presentaron en los niveles alto y medio, mientras en el nivel bajo no se evidenció cambio cuantitativo (Figura 26).

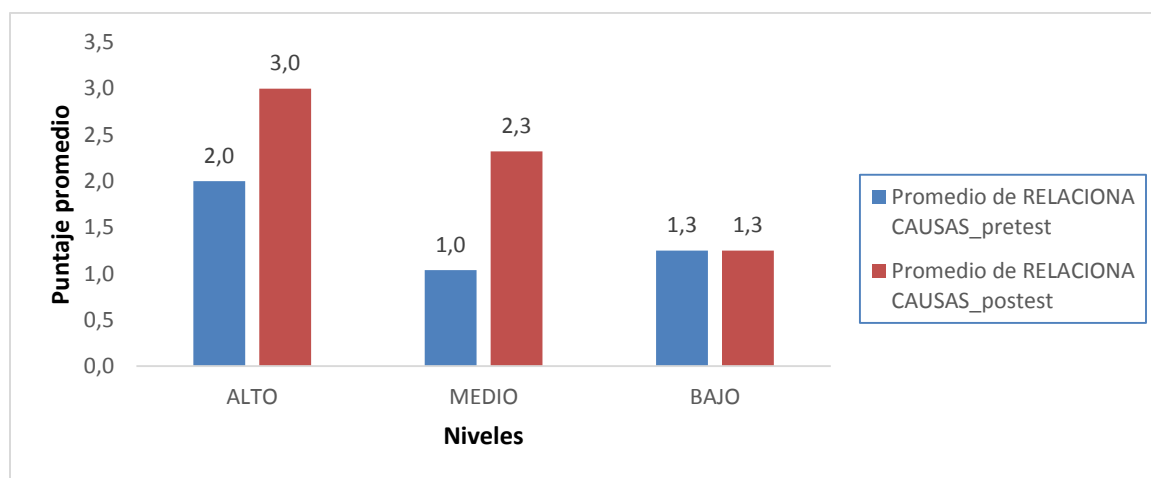


Figura 26. Relaciones

4.3.5 Resultados en el contexto de la competencia explicación científica

Estimular el desarrollo de la competencia explicación científica de fenómenos era el fin del desarrollo de la unidad didáctica el cual se logró estimulando la búsqueda de razones, datos, conceptos y relaciones del mundo natural y de los fenómenos

específicamente de la contaminación de las fuentes hídricas, logrando que el estudiante conociera el problema, se relacionara con él desde la lectura de su contexto en el recorrido por las fuentes hídricas, y desde el aula comprendiera como un fenómeno del contexto trae consecuencias para su vida y la comunidad; desarrollar la competencia explicación científica de fenómenos fue importante porque posibilitó en el estudiante, habilidades que le permitieron seleccionar información, categorizarla, y crear relaciones relevantes entre ellas. Así como el poder comprender de manera más compleja, los fenómenos existentes.

Visto desde la parte del docente el aprendizaje se vuelve significativo dado que es el estudiante quien termina dando razones, porque, conceptos, datos que tenía de conocimientos previos pero que no los sabía relacionar con los científicos para abordar la competencia y desarrollar las habilidades necesarias para la vida.

Finalmente, a partir del desarrollo de una actividad, se puede comprobar que la simulación lúdica apoya los procesos de aprendizaje al generar pensamiento sistémico ya que es la representación abstracta y simplificada de un sistema que se usa para predecir o explicar fenómenos científicos, Palmero (2011). el desarrollo de la unidad didáctica estuvo apoyada con la estrategia de simulación de la contaminación a través de un juego que simulaba la contaminación del río y varios jugadores que hacían de contaminantes y otro que hacía de descontaminante, otro estudiante tomaba los datos de contaminación, en un primer juego se permite ver como la contaminación es constante o lineal, es cuando la población es constante; en un segundo juego se incrementa la contaminación, y pasa a ser exponencial, donde se puede ver claramente como el crecimiento de la población aumenta los niveles de contaminación y las consecuencias que este trae, Este proceso no solo cognitivo, sino también lúdico ayuda a la comprensión simplificada de procesos sistémicos, sin embargo hace visible el concepto de crecimiento de población, causas y efectos de dicho fenómeno. Dichas actividades permitieron ser conscientes de la importancia de comprender un fenómeno en toda su magnitud, relacionarlo de forma sistémica y llegar a la proposición de posibles soluciones, favoreciendo una mejor actuación en el contexto al que pertenecen.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN

La educación necesita de métodos y estrategias pedagógicas que generen en el estudiante la capacidad de desarrollar competencias tanto científicas como ciudadanas, dándole al individuo la posibilidad de ser competente tanto en el trabajo como en sus relaciones con los demás y con el entorno. En este sentido la presente intervención facilitó la consolidación de las siguientes conclusiones:

- Se evidenció el avance en el desarrollo de la competencia al pasar de un promedio de seis (6) en el pretest a 12,2 en el posttest, en la competencia científica explicación de fenómenos a través de mejores herramientas donde sea él mismo, el que produzca conocimiento con la intermediación de su profesor, el reconocimiento de la dinámica científica y el fortalecimiento de las actitudes propias para desarrollar con libertad los intereses y necesidades de su aprendizaje.
- Se requiere la cualificación del docente para diseñar una unidad didáctica a partir de estrategias que favorezcan el desarrollo de la competencia explicación científica de fenómenos, lo que requirió de la actualización por parte del docente en el estudio de teorías pedagógicas, métodos y metodologías didácticas, estrategias como lúdicas sistémicas, estándares nacionales de educación, lineamientos curriculares, derechos básicos de aprendizaje, matrices de referencia, evaluación por competencias, competencias en ciencias naturales, teorías y conceptos ambientales; para que desarrolle del proceso de enseñanza fuera significativo y acorde a las necesidades y exigencias actuales.
- El docente es parte fundamental, guía y orientador en el proceso de enseñanza

aprendizaje ya que es quien debe diseñar las actividades de la unidad didáctica, favoreciendo que el estudiante avance en el aprendizaje a través de estrategias que lo lleven a involucrar los pre saberes con el conocimiento nuevo, estimulando el interés y la motivación en la participación y la producción de conocimiento desde su propio contexto, de forma tal que pueda experimentar tomando conciencia de sus competencias y la manera como puede usarlas para comprender y entender el mundo que le rodea, participando en la solución de problemas pertenecientes a ese entorno.

- Para evaluar si la unidad didáctica le aportó al estudiante las herramientas necesarias para apropiar conceptos, dar razones, usar datos, y hacer relaciones causales, fue importante el desarrollo de instrumentos como el cuestionario inicial y final, que sirvió como forma para comprobar si la unidad didáctica desarrolló la competencia explicación científica de fenómenos; además del uso de lúdicas sistémicas como estrategia didáctica contribuyó en la apropiación de conceptos difíciles de asimilar por si solos como es el de crecimiento lineal, exponencial, y el concepto de sistemas.
- Aunque la intervención en el aula no llevó a todos los estudiantes a estar en el nivel alto, si hubo avances significativos, ya que en promedio pasaron de nivel bajo a nivel medio (6 a 12,2 puntos); los resultados obtenidos en el pretest son los siguientes, siete (7) estudiantes con nivel muy bajo o sea 23,33%; 22 estudiantes con nivel bajo o sea 73,33%; y solo un (1) estudiante con nivel medio o sea 3,33% (Figura 15); y los resultados del postest fueron, 4 estudiantes con nivel bajo, o sea 13, 3%; 25 estudiantes con nivel medio o sea 83,3%; y 1 estudiantes con nivel alto o sea 3,3%. En el pretest hubo siete (7) estudiantes en nivel muy bajo, para el postest no hubo estudiantes para este mismo (Figura 16); comprobándose que la competencia científica explicación de fenómenos fue mejorada con la implementación de la unidad didáctica y contribuye en el estudiante a: relacionar causas consecuencias, comprender un fenómeno dando datos y razones, plantearse preguntas, y

reconocer conceptos teóricos, además de proponer una actuación, es decir pensar de manera creativa en posibles soluciones y decisiones en cuanto a los problemas de su contexto.

- Estimular el desarrollo de la competencia explicación científica de fenómenos era el fin del desarrollo de la unidad didáctica el cual se logró estimulando la búsqueda de razones, datos, conceptos y relaciones del mundo natural, se comprueba que hubo un incremento en la explicación científica de fenómenos, es decir, se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los valores obtenidos de estas variables para los niveles de aprendizaje alto y medio principalmente, y en el promedio general de las categorías analizadas, lo cual indica un efecto favorable en la implementación de la unidad didáctica y de los fenómenos específicamente de la contaminación de las fuentes hídricas, logrando que el estudiante conociera el problema, se relacionara con él, desde la lectura de su contexto en el recorrido por las fuentes hídricas y desde el aula comprendiera como un fenómeno del contexto trae consecuencias para su vida y la comunidad. Así, desarrollar la competencia explicación científica de fenómenos fue importante porque posibilitó en el estudiante, habilidades que le permitirán seleccionar información, categorizarla, y crear relaciones relevantes entre ellas. Así como el poder comprender de manera más compleja, los fenómenos existentes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Propender por el desarrollo de competencias científicas a través de unidades didácticas que permitan potenciar las capacidades de los estudiantes, la creatividad, la curiosidad, el análisis, la argumentación y la proposición de posibles soluciones a problemas de su entorno; de igual forma el docente cumple un papel muy importante en la labor de enseñanza aprendizaje, pues es

quien en tiene la labor de generar el desarrollo de las competencias a través de metodologías significativas en el aula de clase o en el contexto donde desarrolle dicha labor, haciendo de esta un verdadero espacio para potencializar las habilidades, y capacidades de sus estudiantes.

- Finalmente el proceso de enseñanza aprendizaje debe ser una labor planeada, que parte del desarrollo profesional del docente, de sus actualizaciones pedagógicas, debe ser reflexión permanente de las implicaciones de su enseñanza, de las prácticas en el aula, de las estrategias didácticas y de la motivación que este genere en el estudiante para el desarrollo de las competencias.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ángel, Augusto (1997). *Desarrollo sostenible o cambio cultural*. Cali, Centro de Estudios Ambientales para el Desarrollo Regional de la CUAO y Fondo Mixto para la Promoción de la Cultura y las Artes.
2. Ángel, Maya (1991). Cuadernos de Agroindustria y economía Rural N 26, Ciencia Cultura y Medio Ambiente
3. Bautista, J y López, N (2002). El juego didáctico como estrategia de atención a la diversidad. Disponible, en:http://www.uhu.es/agora/version01/digital/números/04/04-articulos/miscelánea/pdf_4/03.pdf.
4. Bernabeu, N y Goldstein. (2008) A. Creatividad y aprendizaje: El juego como herramienta pedagógica. España: Narcea, 2009. p.47.
5. Bertalanffy, L. V. (1986). Teoría general de los sistemas. México: Fondo Cultura Económica.
6. Bouciguez, María José; Santos, Graciela. (2010). Categorías conceptuales para el estudio del conocimiento estratégico empleado al interactuar con simulaciones educativas. recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201021093017.pdf>
7. Carrizosa, Julio. (5 sep. 2015). Medioambiente es más que flora y fauna. Revista semana. recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/julio-carrizosa-explica-la-problematica-ambiental-en-colombia/441237-3>
8. Chamizao, José Antonio. (2007). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. Revista Eureka vol.7 num 1, España.
9. Concari, Sonia Beatriz. (2001). Teorías y modelos en la explicación científica implicancias para la enseñanza de la ciencias. Recuperado de <http://www.docencia.unt.edu.ar/biologiageneral/content/explicacionenlascienciasnaturales.pdf>
10. Concepción, J. (2004). Estrategia didáctica lúdica para estimular el desarrollo de la competencia comunicativa en idioma Inglés de estudiantes de especialidades biomédicas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Centro de Estudio de Educación Superior, Facultad de Educación a Distancia. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
11. Corporación autónoma regional de Risaralda CARDER. (2012). Diagnóstico de riesgos ambientales del municipio de Belén de Umbría.
12. Cubillos, L.F. (2018). La interdisciplinariedad en las ciencias ambientales: La problemática ambiental del territorio como categoría de investigación para los Estudios Ambientales. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.
13. Chiras, D. D. (2011). Environmental science. Jones & Bartlett Publishers.
14. Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998a). Modelos mentales y aprendizaje de Física en electricidad y magnetismo. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 16(2): 289-303.



15. Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998b). Modelos mentais e modelos físicos no ensino e na aprendizagem da Física. Trabalho apresentado no VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis, 26 a 30 de outubro.
16. Hempel, Carl G. (2010). La explicación científica. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/40110482/hempel-la-explicacion-cientifica>
17. http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/; Organización Mundial
18. <https://www.lavanguardia.com/natural/20170922/431454810138/rio-contaminado-citarum-indonesia-basura-quimicos-toxico-salud.html>
19. ICFES. (2007). Fundamentación Conceptual Área de Ciencias Naturales. Bogotá.
20. ICFES. (2017). Resultados pruebas saber, Institución Educativa Juan Hurtado.
21. Informe sobre la salud en el mundo 2002. Reducir los riesgos y promover una vida sana. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002. <http://www.who.int/whr/2002/es/index.html>.
22. Izquierdo M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. Enseñanza de las ciencias. 23(1), pp.111-122.
23. Jiménez, Carlos Alberto. Lúdica y recreación. Editorial Magisterio Colombia 2002.
24. Jiménez, Carlos Alberto. www.geocities.com/ludico_pei.
25. Justi, Rosaría. (2006). Enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/75824/96328>
26. Justi, Rosaría. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/39215530>
27. Leff, Enrique (2000). "Pensar la complejidad ambiental". En: *La complejidad ambiental*. México, Editorial Siglo XXI.
28. Ley 99 de 1993. Creación del Ministerio del Medio Ambiente en Colombia. Legis, Bogotá.
29. Ley General de Educación 115. (8 de febrero de 1994). Serie normas, Santafé de Bogotá, MEN, 1995a. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
30. MEN (2006). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en ciencias: ¡el desafío! Santa Fe de Bogotá, Ministerio de Educación Nacional.
31. MEN (2013). Secuencias Didácticas en Ciencias Naturales Educación Básica Primaria. Bogotá D.C. – Colombia.
32. Ministerio de Educación Nacional, G. D. C. (2013). "V Congreso Nacional y Latinoamericano de Ciencias en Educación Básica "enseñanza de las ciencias basada en la indagación".
33. Moreira, M.A. (1997). Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, 1(3): 193-206.

34. Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE, PISA).(2015) El programa Pisa de la OCDE, que es y para qué sirve. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
35. Palacios-Rojas, N. (2005). La ciencia al alcance de todos: educación científica a través del juego y la diversión. *Revista Magisterio. Educación y Pedagogía*,16, 74 - 77.
36. Palmero, M. L. R. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. IN. *Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
37. Quintanilla, M; Merino, C; Daza, S (2010). Unidades didácticas en química.
38. Rodríguez Mora, Francisco; Blanco López, Ángel. (2abril de 2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol,13 (2),pp 293, 294. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92044744005.pdf>
39. RCFA (2007). *Las ciencias ambientales como un área del conocimiento*. Bogotá, Red Colombiana de Formación Ambiental (documento de trabajo).
40. Ruiz Ortega, F. J., Márquez, C. Tamayo, O. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0053-70.
41. Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista, en Cousso, D. Badillo, E. Perafán, G. Adúriz-Bravo, A. (compiladores). *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.
42. Sanmarti, N. y R. Tarin (1999). "Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos?" *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales* Vol 6(22): 55-65.
43. Sanmartí, Neus. (2005). El diseño de unidades didácticas – Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <http://www.uepc.org.ar/conectate/wp-content/uploads/2015/04/El-dise%C3%B1o-de-unidades-did%C3%A1cticas.pdf>, Capítulo 10.
44. Taylor, John L. (1991). *Guía sobre simulación y juegos para la educación ambiental*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000569/056905so.pdf>
45. Tamayo, Oscar Eugenio. (20011). *Pensamiento Crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias*. Universidad de Caldas – Universidad Autónoma de Manizales.
46. Toro Sánchez, francisco Javier. (2007). El desarrollo sostenible: un concepto de interés para la geografía. Recuperado de <http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/040/040-008.pdf>
47. Toulmin, S. (1977). *La Comprensión Humana, el Uso Colectivo y la Evolución de los Conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

48. Zabalza, M. (2006) Didáctica de la educación infantil, 4ª. Edición, editorial Narcea, Madrid.
49. Zeitoun, H.H.(1989). The relationship between abstract concept achievement.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1. TEST DISEÑADO

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	
	Maestría en ciencias ambientales Macroproyecto “LUDICAS Y SIMULACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES. (Caso: Lúdicas sistémicas. Concepto: Contaminación del agua por vertimientos domésticos)	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JUAN HURTADO BELEN DE UMBRIA, SEDE PUENTE UMBRIA	
Línea de Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Fecha: _____	
Estudiante: _____ grado:9		

Objetivo general: Determinar el grado de explicación de fenómenos de los estudiantes de la sede puente umbría del municipio de Belén de Umbría.

INDICACIONES: *Apreciado Estudiante, a continuación, usted encontrará una serie de preguntas que consta de un enunciado y cuatro opciones de respuesta, de las cuales sólo una es la correcta, la cual deberá marcar con una “X”. Luego de cada interrogante habrá una serie de cuestionamientos de cómo resolvió cada problema. Le agradecemos responder de la forma más sincera y honesta posible.*

Recursos hídricos renovables

Por “recursos hídricos renovables” se entiende el flujo anual medio a largo plazo de los ríos (aguas de superficie) y las aguas subterráneas. La tasa de recarga de los acuíferos subterráneos profundos a menudo es insignificante desde el punto de vista temporal de los seres humanos, por lo que ese agua puede considerarse como un recurso no renovable.

Los recursos de agua dulce renovables anuales son suficientes a escala mundial para satisfacer las necesidades humanas de agua, pero su distribución en el planeta es muy desigual. Los recursos hídricos renovables anuales per cápita son especialmente escasos en las regiones de Oriente Medio, África del Norte y Asia meridional. También se dan variaciones significativas en la disponibilidad de agua dentro de una misma región o un mismo país. Una distribución desigual de los recursos hídricos puede traducirse en diferencias en cuanto a la capacidad de cultivar alimentos y afecta a la disponibilidad de alimentos y al acceso a los mismos.

La generación de aguas residuales domésticas constituye uno de los principales desafíos que presenta el crecimiento de los asentamientos informales (barrios marginales) en los países en desarrollo. En 2012 se registró un número mayor de habitantes en los barrios marginales que en el año 2000, y es probable que esta tendencia persista en el futuro.

1. Las corrientes de agua presentes en la región pueden estar contaminadas debido a las siguientes causas
 - a. El crecimiento de la población y la falta de educación en cuanto al manejo de aguas residuales.
 - b. La cantidad de oxígeno presente en las corrientes de agua.
 - c. El agua no se agota ya hay mucha cantidad de agua en el planeta.
 - d. Ninguna corriente de agua está contaminada

1.1. Plantea 3 razones por la que escogiste la opción que consideras correcta.

Razón1: _____

Razón2:_____

Razón3:_____

2. Un aspecto que ayuda a determinar si un río está contaminado es:

- a. Los árboles existentes en la rivera
- b. el pH
- c. la cantidad de oxígeno disuelto en el agua
- d. la existencia de peces en el río

2.1. Que datos utilizaste para resolver esta pregunta.

Dato1:_____

Dato2:_____

Dato3:_____

3. La carencia de agua potable en países pobres incide en la alta tasa de mortalidad infantil, especialmente en algunas regiones rurales. Aunque allí existen fuentes de agua dulce que podrían ser aprovechadas, frecuentemente están contaminadas. En el año 2000, la tasa de mortalidad estimada por diarreas relacionadas con la falta de sistemas de saneamiento o de higiene y por otras enfermedades relacionadas con el saneamiento del agua (esquistosomiasis, tracoma, infecciones intestinales por helmintos) fue de 2.213.000 personas. Una forma de afrontar esta crisis sería:

- a. educar a las personas sobre cómo ocurre la contaminación del agua y la forma de prevenirla
- b. sancionar de manera drástica a los causantes de la contaminación de los ríos
- c. incentivar la siembra de árboles a gran escala
- d. aumentar la financiación de proyectos de descontaminación de ríos y construcción de acueductos

3.1. Que temas o conceptos fueron necesarios para resolver esta pregunta.

Concepto1:_____

Concepto2:_____

Concepto3:_____

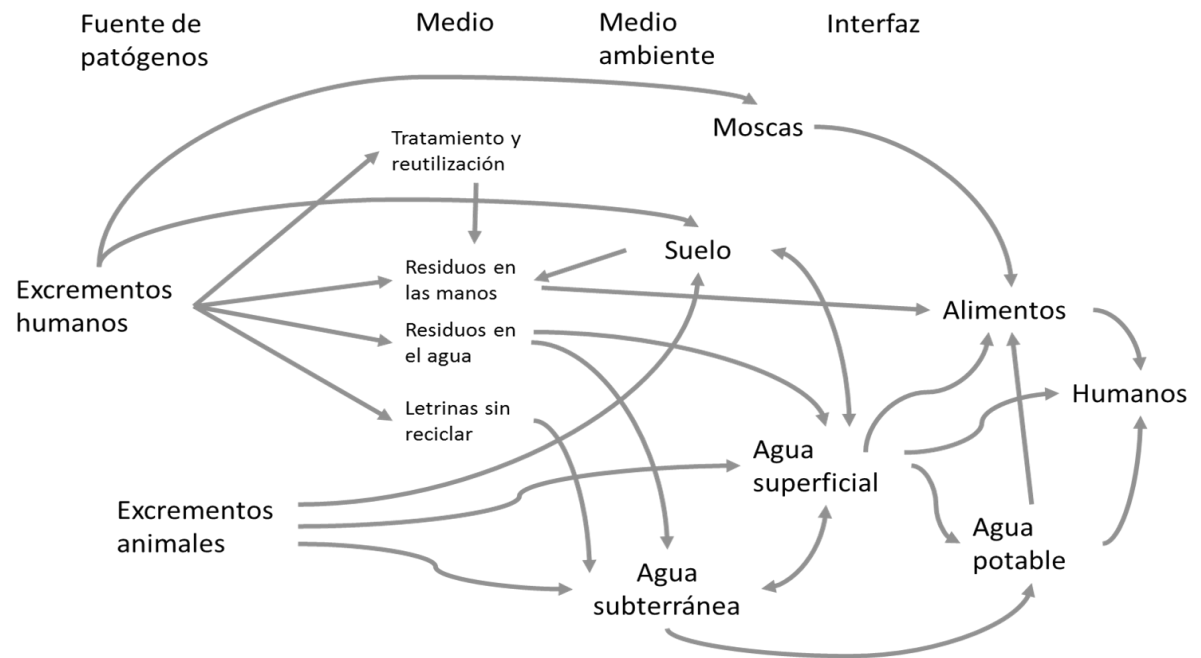
3.2 cuales son las causas de la carencia de agua potable en una región.

Causa1._____

Causa2._____

Causa3._____

Vías de transmisión de enfermedades fecales-orales



4. Según el grafico anterior analice: La mayor parte de las vías de transmisión de enfermedades fecales-orales tiene relación con el agua. De acuerdo al esquema una ruta probable para que una enfermedad causada por excrementos que se presente en la región es:

- Excremento humano – letrinas sin reciclar – agua subterránea – agua potable – humanos
- Excrementos humanos – residuos en el agua – agua superficial – humanos
- Excrementos animales – suelo – agua subterránea - humanos
- Excrementos animales– agua superficial – humanos

4.1. Plantea 3 relaciones que se puedan dar en esta ruta?

Relación1:_____

Relacion2:_____

Relacion3._____

7.2 ANEXO 2. FORMATO DE EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO

PREGUNTA N° 1		
ENFOQUE TEMÁTICO		Explicación de fenómenos
COMPONENTES EVALUADOS		Razones
AFIRMACIÓN		1. La generación de aguas residuales domésticas constituye uno de los principales desafíos que presenta el crecimiento de los asentamientos informales (barrios marginales) en los países en desarrollo. En 2012 se registró un número mayor de habitantes en los barrios marginales que en el año 2000, y es probable que esta tendencia persista en el futuro. Las corrientes de agua presentes en la región pueden estar contaminadas debido a las siguientes causas.
OPCIÓN	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
A	1	Identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	0	No identifica la opción correcta
D	0	No identifica la opción correcta
1.1	3	Menciona 3 o más razones que apoyan su respuesta
	2	Menciona hasta 2 razones que apoyan su respuesta
	1	Menciona 1 razón que apoya su respuesta
	0	No menciona ninguna razón que apoye su respuesta
PREGUNTA N° 2		
ENFOQUE TEMÁTICO		Uso del conocimiento científico
COMPONENTES EVALUADOS		USO DATOS
AFIRMACIÓN		2. Un aspecto que ayuda a determinar si un río está contaminado es:

		e. Los árboles existentes en la rivera f. el pH g. la cantidad de oxígeno disuelto en el agua h. la existencia de peces en el río
OPCIÓN	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
A	0	No identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	1	Identifica la opción correcta
D	0	No identifica la opción correcta
2.1	3	Menciona 3 o más datos que apoyan su respuesta
	2	Menciona hasta 2 datos que apoyan su respuesta
	1	Menciona 1 datos que apoya su respuesta
	0	No menciona ningún dato que apoye su respuesta
PREGUNTA N° 3		
ENFOQUE TEMÁTICO		Explicación de fenómenos
COMPONENTE EVALUADO		Relaciona causas
AFIRMACIÓN		3. La carencia de agua potable en países pobres incide en la alta tasa de mortalidad infantil, especialmente en algunas regiones rurales. Aunque allí existen fuentes de agua dulce que podrían ser aprovechadas, frecuentemente están contaminadas. En el año 2000, la tasa de mortalidad estimada por diarreas relacionadas con la falta de sistemas de saneamiento o de higiene y por otras enfermedades relacionadas con el saneamiento del agua (esquistosomiasis, tracoma, infecciones intestinales por helmintos) fue de 2.213.000 personas. Una forma de afrontar esta crisis sería:
OPCIÓN	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
A	1	Identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	0	No identifica la opción correcta
D	0	No identifica la opción correcta
3.1	3	Describe tres o más conceptos que le permiten resolver la pregunta
	2	Describe 2 conceptos que le permiten resolver la pregunta
	1	Describe 1 concepto que le permiten resolver la pregunta

	0	No describe conceptos relacionado con la solución de la pregunta
3.2	3	Relaciona 3 o más causas del problema a explicar
	2	Relaciona 2 causas del problema a explicar
	1	Relaciona 1 causa del problema a explicar
	0	No relaciona causas del problema
PREGUNTA N° 4		Explicación de fenómenos
ENFOQUE TEMÁTICO		Relaciones
COMPONENTES EVALUADOS		PUNTUACIÓN
AFIRMACIÓN	0	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
OPCIÓN	1	No identifica la opción correcta
A	0	Identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	3	No identifica la opción correcta
D 4.1	3	Propone 3 relaciones que muestran conexiones entre fenómenos y conceptos.
	2	Propone 2 relaciones que muestran conexiones entre fenómenos y conceptos.
	1	Propone 1 relación que muestran conexiones entre fenómenos y conceptos.
	0	No propone relaciones, ni conexiones entre fenómenos y conceptos

7.3 ANEXO 3. NIVEL DE VALORACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

NIVEL	PUNTAJE OBTENIDO	CARACTERÍSTICAS
ALTO	19 o más	El estudiante relaciona datos, conceptos y causas con el conocimiento científico para dar razones de un fenómeno científico.
MEDIO	10-18	El estudiante relaciona datos, conceptos y causas con el conocimiento científico para dar razones de un fenómeno científico.
BAJO	5-9	El estudiante relaciona datos, conceptos y causas con el conocimiento científico para dar razones de un fenómeno científico.
MUY	0-4	El estudiante relaciona datos, conceptos y causas con el conocimiento

BAJO		científico para dar razones de un fenómeno científico.
------	--	--

7.4 ANEXO 4.EJEMPLO DE RAZONES DADAS EN EL PRETEST Y POSTEST

- ☒ El crecimiento de la población y la falta de educación en cuanto al manejo de aguas residuales.
- b. La cantidad de oxígeno presente en las corrientes de agua.
- c. El agua no se agota ya hay mucha cantidad de agua en el planeta.
- d. Ninguna corriente de agua está contaminada

1.1. Plantea 3 razones por la que escogiste la opción que consideras correcta.

Razón1: Porque si no hay un buen manejo de las aguas
han sido contaminadas por las personas al
arrojar basuras

Razón2: _____

Razón3: _____

- ☒ El crecimiento de la población y la falta de educación en cuanto al manejo de aguas residuales.
- b. La cantidad de oxígeno presente en las corrientes de agua.
- c. El agua no se agota ya hay mucha cantidad de agua en el planeta.
- d. Ninguna corriente de agua está contaminada

1.1. Plantea 3 razones por la que escogiste la opción que consideras correcta.

Razón1: porque en la región hay un aumento de
la población

Razón2: hay muchas basuras presentes en
la fuente hídrica

Razón3: no hay conocimiento sobre el tema
de la contaminación

7.5 ANEXO 5.EJEMPLO USO DE DATOS EN EL PRETEST Y POSTEST

2. Un aspecto que ayuda a determinar si un río está contaminado es:

- Los árboles existentes en la rivera
- el pH
- la cantidad de oxígeno disuelto en el agua
- ☒ la existencia de peces en el río

2.1. Que datos utilizaste para resolver esta pregunta.

Dato1: El análisis el río que los peces no le

Dato2: agua vivir en tanta basura

Dato3: _____

2. Un aspecto que ayuda a determinar si un río está contaminado es:

- Los árboles existentes en la rivera
- el pH
- ☒ la cantidad de oxígeno disuelto en el agua
- la existencia de peces en el río

2.1. Que datos utilizaste para resolver esta pregunta.

Dato1: El agua puede estar contaminada debido a desechos químicos

Dato2: el oxígeno es lo que resalta el color del agua.

Dato3: Cantidad de organismos y de el agua.

7.6 ANEXO 6.EJEMPLO MANEJO DE CONCEPTOS EN EL PRETEST Y POSTEST

- a. educar a las personas sobre cómo ocurre la contaminación del agua y la forma de prevenirla
- b. sancionar de manera drástica a los causantes de la contaminación de los ríos
- c. incentivar la siembra de árboles a gran escala
- ☒ d. aumentar la financiación de proyectos de descontaminación de ríos y construcción de acueductos

0

3.1. Que temas o conceptos fueron necesarios para resolver esta pregunta.

Concepto1: la forma en que se mueven los sales vivos.

Concepto2: y crear acueductos tratados

1

Concepto3: _____

- ☒ a. educar a las personas sobre cómo ocurre la contaminación del agua y la forma de prevenirla
- b. sancionar de manera drástica a los causantes de la contaminación de los ríos
- c. incentivar la siembra de árboles a gran escala
- d. aumentar la financiación de proyectos de descontaminación de ríos y construcción de acueductos

1.

3.1. Que temas o conceptos fueron necesarios para resolver esta pregunta.

Concepto1: dar otro punto de vista a las personas sobre la Contaminación

Concepto2: dar y explicar los cambios que se dan.

3.

Concepto3: Por sus causas y Consecuencias sobre la higiene hídrica

7.7 ANEXO 7.EJEMPLO DE ESTABLECER RELACIONES EN EL PRETEST Y POSTEST

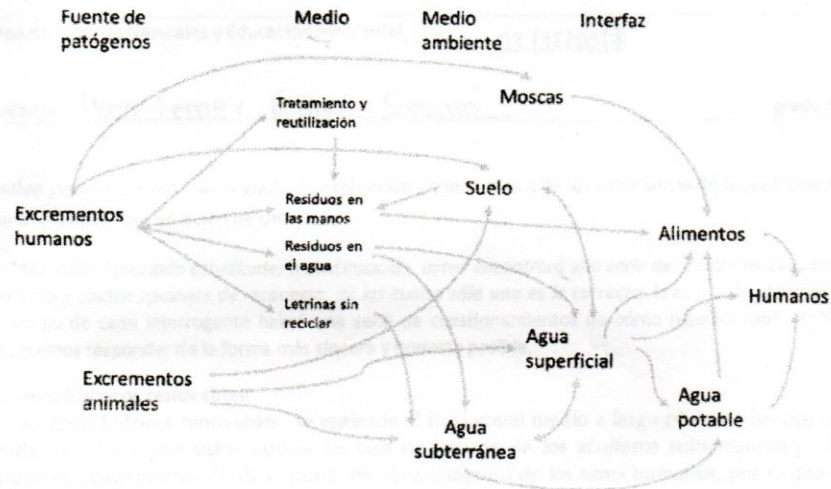
3.2 cuales son las causas de la carencia de agua potable en una región.

Causa 1. La contaminación, las basuras 1.

Causa 2. _____

Causa 3. _____

Vías de transmisión de enfermedades fecales-orales



4. Según el grafico anterior analice: La mayor parte de las vías de transmisión de enfermedades fecales-orales tiene relación con el agua. De acuerdo al esquema una ruta probable para que una enfermedad causada por excrementos que se presente en la región es:

- Excremento humano - letrinas sin reciclar - agua subterránea - agua potable - humanos
- ☒ Excrementos humanos - residuos en el agua - agua superficial - humanos
- Excrementos animales - suelo - agua subterránea - humanos
- Excrementos animales- agua superficial - humanos

4.1. Plantea 3 relaciones que se puedan dar en esta ruta?

Relación1: _____

Relacion2: _____

Relacion3: _____

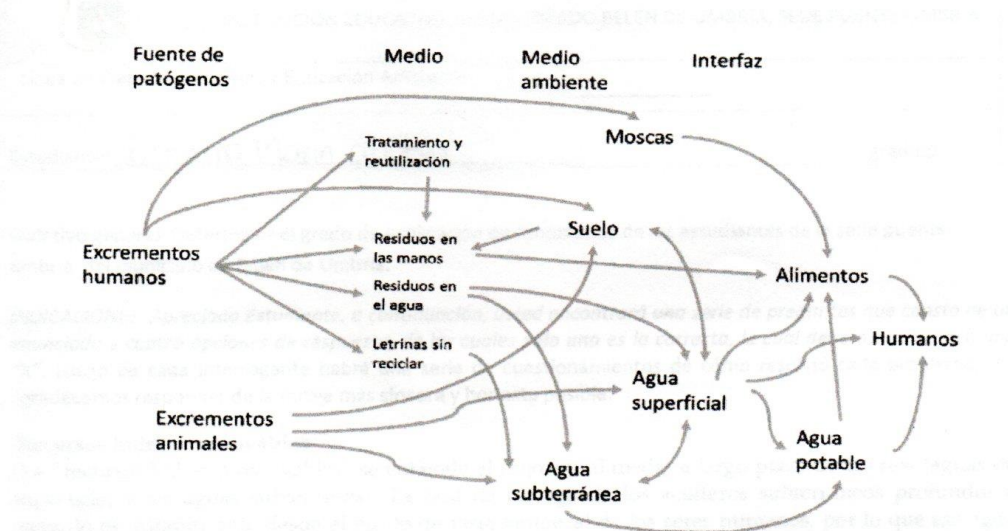
3.2 cuales son las causas de la carencia de agua potable en una región.

Causa 1. que las casas domesticas o algunas

Causa 2. fabrican, tiran muchos residuos en Rios y

Causa 3. Mejor por tanto es en agua imposible beber.

Vías de transmisión de enfermedades fecales-orales



4. Según el grafico anterior analice: La mayor parte de las vías de transmisión de enfermedades fecales-orales tiene relación con el agua. De acuerdo al esquema una ruta probable para que una enfermedad causada por excrementos que se presente en la región es:

- Excremento humano - letrinas sin reciclar - agua subterránea - agua potable - humanos
- Excrementos humanos - residuos en el agua - agua superficial - humanos**
- Excrementos animales - suelo - agua subterránea - humanos
- Excrementos animales - agua superficial - humanos

4.1. Plantea 3 relaciones que se puedan dar en esta ruta?

Relación1: Excremento humano + Moscas + enfermedades ≠ Muerte

Relación2: exes Fecales + enfermedades + Muerte

Relación3: aguas residuales + Moscas + enfermedades

7.8 ANEXO 8. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Actividad lúdica, simulación de la contaminación hídrica



Simulación de la contaminación hídrica



Lúdica, contaminación de las fuentes hídricas



Recorrido por las fuentes hídricas



Fuente hídrica contaminada



Recorrido fuentes hídricas

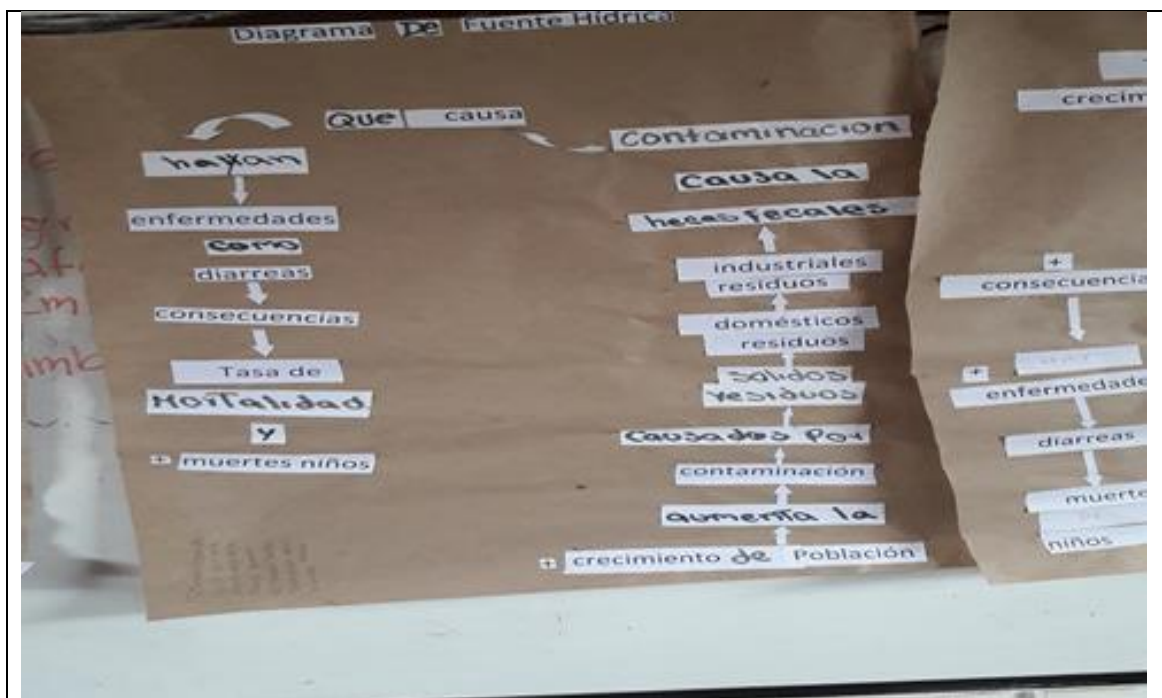


Diagrama causal de la contaminación



Contaminación por residuos domésticos



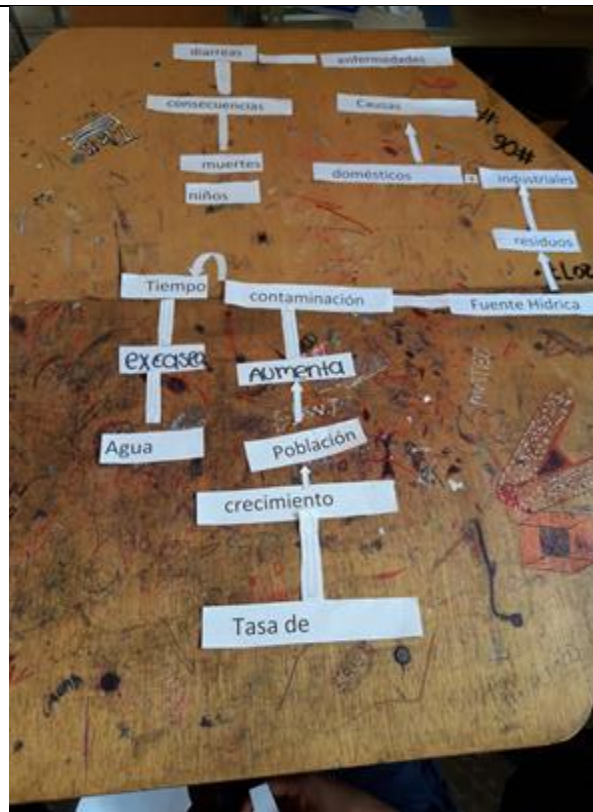
Elaboracion de diagramas causales



Elaboracion de diagramas causales





















Socialización de diagramas causales



Elaboración de diagramas causales

7.9 Anexo 9. Test de Valdemar de Gregory

1	Averiguo siempre los detalles de un boleto, una factura tan pronto como la reciba	<input type="checkbox"/>	4
2	En mi cuarto siempre hay orden y me gusta mantener cada cosa en su lugar		5
3	Creo que mi cuerpo, mi energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior invisible y eterna		5
4	Ando alegre, con optimismo y entusiasmo, risa fácil y buen humor		4
5	En una discusión doy buenas explicaciones, presento buenos argumentos y se rebatir	<input type="checkbox"/>	2
6	Me sucede que frente a un problema se me ocurren ideas luminosas o inspiraciones repentinas		4
7	Mis relaciones afectivas las llevo con romanticismo, con mucha pasión y entrega		5
8	En comunicación, se y tengo lo suficiente para convencer a los demás fácilmente	<input type="checkbox"/>	2
9	Al hablar, miro a los ojos a las personas y me acompaño con gestos de cabeza, de manos y de cuerpo		2
10	Soy capaz de ponerme en el lugar de otra persona, de imaginar la situación que ella vive y de sentirme como ella se siente		3
11	Frente a un problema me acuerdo de hacer un listado de aspectos a favor y otro en contra buscando que mis decisiones sean mas realistas	<input type="checkbox"/>	3
12	Al informar sobre algo lo hago con todos los detalles posibles	<input type="checkbox"/>	3
13	Cuando hago compras, trueques o negocios se sacar ventajas fácilmente		2
14	Me gusta modificar la rutina, hacer cambios en mi vida diaria, buscar maneras nuevas de hacer las cosas		4
15	Antes de lanzarme a algo lo pienso profundamente, tengo alto control sobre mis impulsos, pienso en las consecuencias antes de hacer algo	<input type="checkbox"/>	2
16	Antes de aceptar una noticia o información averiguo la fuente, escucho el otro lado para no formar opinión precipitadamente	<input type="checkbox"/>	3
17	Tengo habilidades para manejar agujas, serrucho, martillo, jardinería y conciertos domésticos		1
18	Frente a una dificultad tengo buena resistencia, puedo concentrarme y aguantar largo tiempo sin desistir		1
19	En la posición de jefe o líder, se dividir y asignar tareas, determinar el tiempo para cada cosa y exigir resultados		5
20	Me llama mucho la atención una puesta del sol, un paisaje, una flor un pájaro cantando		5
21	Me tientan las aventuras, las tareas desconocidas o desafiantes, me gusta la adrenalina		1
22	Me autorizo a criticar las opiniones de las personas, las informaciones de la televisión, de la política, de la religión, de la sociedad en general	<input type="checkbox"/>	3
23	tengo habilidad para transformar los sueños e ideas en hechos, en cosas concretas que progresan y duran		4
24	Me dedico a imaginar lo que pasará conmigo, con los otros o con el mundo en unos 10, 20 ó 50 años		5
25	Tengo agilidad para lidiar con equipos eléctricos, mecánicos o electrónicos, no me asustan los botones y señales o códigos		3
26	Cuando empiezo a hacer algo logro llegar hasta el final en el tiempo o plazo acordado		2
27	Cuando hablo, además del palabrerío común y corriente, se emplear números, estadísticas y hasta hacer gráficos y proyecciones	<input type="checkbox"/>	3